

На правах рукописи



Кочеткова Екатерина Владимировна

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА
СБАЛАНСИРОВАННОСТИ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ТРУДА
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ**

Специальность 08.00.13 –
Математические и инструментальные методы экономики

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва – 2021

Работа выполнена в лаборатории моделирования экономической стабильности Федерального государственного бюджетного учреждения науки Центральный экономико-математический институт РАН.

Научный руководитель: **Варшавский Александр Евгеньевич,**
доктор экономических наук, профессор,
главный научный сотрудник – руководитель лаборатории моделирования экономической стабильности Центрального экономико-математического института Российской академии наук

Официальные оппоненты: **Коровкин Андрей Германович,**
доктор экономических наук,
заведующий лабораторией прогнозирования трудовых ресурсов Института народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук

Вакуленко Елена Сергеевна,
доктор экономических наук, доцент,
доцент департамента прикладной экономики факультета экономических наук Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

Ведущая организация: Институт социально-экономических проблем народонаселения (обособленное подразделение ФГБУН Федерального научно-исследовательского социологического центра Российской академии наук)

Защита диссертации состоится 29 ноября 2021 года в 15:00 на заседании диссертационного совета Д 002.013.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Центральный экономико-математический институт РАН по адресу 117418, г. Москва, Нахимовский проспект, д.47, ауд. 518, 520.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУН ЦЭМИ РАН и на сайте ФГБУН ЦЭМИ РАН: <http://www.cemi.rssi.ru/>

Сведения о защите и автореферат размещены на сайте Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации <https://vak.minobrnauki.gov.ru/>

Автореферат разослан «_____» _____ 2021 г.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.013.01,
кандидат экономических наук



А.И. Ставчиков

1. Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. Структурная несбалансированность спроса и предложения инженерно-технических специалистов (ИТС) в России в настоящее время негативно сказывается на развитии научно-технологической сферы, промышленности и экономики в целом. Неудовлетворенная потребность в высококвалифицированных рабочих и ИТС наблюдается также за рубежом, что подтверждают рейтинги наиболее востребованных специалистов для Франции, Норвегии, Швеции, Нидерландов, Японии, а также Китая и Индии. Как в развитых странах, так и в России процессы деиндустриализации в значительной степени способствовали дестабилизации рынка труда ИТС и усугублению диспропорций спроса и предложения, а также снижению мотивации абитуриентов выбирать инженерно-технические специальности. Негативные последствия структурной несбалансированности на рынке труда, связанные с усилением структурной безработицы и потерями человеческого капитала, определяют актуальность исследований в области прогнозирования потребности в кадрах специалистов.

В настоящее время наиболее распространены для прогнозирования потребности в кадрах по специальности и уровню образования балансовые и матричные типы моделей. Этот подход широко используется национальными статистическими агентствами, в том числе Бюро статистики труда США, Великобритании. Существенным ограничением применимости матричных моделей является необходимость наличия большого объема данных. Используются также динамические модели рынка труда специалистов, в которых предполагается, что численность занятых специалистов определяется динамикой выпуска специалистов из учебных заведений, а предложение труда специалистов взаимосвязано со спросом на рынке труда. Однако с их помощью затруднительно осуществлять сценарный анализ изменения спроса и предложения труда ИТС с учетом динамики макроэкономических переменных. Это свидетельствует о целесообразности разработки макроэкономической модели, включающей блок оценки спроса и предложения труда ИТС, с помощью которой становится возможным проведение сценарных расчетов для прогнозирования возможной степени и условий сбалансированности спроса и предложения труда ИТС.

Теоретические и методологические основы исследования, степень разработанности проблемы. Методологическую основу работы составили труды отечественных и зарубежных исследователей, посвященные анализу и моделированию спроса и предложения специалистов, в том числе научных и инженерно-технических кадров, методам прогнозирования рынка труда и потребности в специалистах.

Методы моделирования рынка труда и прогнозирования потребности в кадрах специалистов разрабатывались в работах Э.Ф. Баранова, Б.Д. Бреева, А.Г. Коровкина,

Л.Е. Варшавского, Е.Т. Гурвича, В.А. Гуртова, Е.А. Питухина, G. Evans, R. Bezdek, D. Bartholomeu, G. Psacharopoulos. Проблемам российского рынка труда посвящены работы А.Г. Коровкина, Л.Е. Минца, Р.И. Капелюшникова, В.Е. Гимпельсона, А.Л. Лукьяновой, Е.С. Вакуленко, Н.Т. Вишневской, С.Ю. Рощина, А.М. Нанавян, Т.С. Разумовой, Н.Н. Волковой, Е.Я. Варшавской, Е.С.Узяковой, С.В. Сиговой, В.Н. Бобкова, О.А. Колленниковой, О.А. Александровой, М.С. Токсанбаевой и других исследователей; проблемам рынка труда высококвалифицированных кадров, в том числе научно-технических и инженерно-технических, — работы А.И. Анчишкина, А.Е. Варшавского и др. Модели динамики численности трудовых ресурсов были рассмотрены в работах А.Г. Коровкина, Г.Г. Малинецкого, В.А. Буланичева, Л.А. Серкова, В. Вайдлиха, М.Ю. Хавинсона. Разработке динамических моделей для исследования рынка труда специалистов, в том числе инженеров посвящены работы R.Freeman, M. Neugart, S. Rosen и др.

Инструментальной основой диссертационного исследования являются методы экономико-математического моделирования, эконометрического анализа. Анализ данных и моделирование проводились с помощью MS Excel, EViews, отдельные расчеты выполнены с использованием языков Python и R.

Цели и задачи исследования. Целью работы является разработка моделей для анализа и прогнозирования сбалансированности спроса и предложения труда ИТС в России. Для этого были поставлены следующие задачи:

выявление факторов, влияющих на показатели спроса и предложения труда ИТС с помощью ретроспективного анализа, межстрановых сопоставлений, эконометрического анализа;

разработка моделей численности выпуска ИТС и численности занятых ИТС;

разработка макроэкономической модели для анализа и прогнозирования спроса и предложения труда ИТС в России;

разработка подхода к определению степени сбалансированности спроса и предложения труда ИТС;

проведение сценарного анализа и исследование условий сбалансированности рынка труда ИТС в России с помощью решения оптимизационных задач.

Область исследования. Диссертационное исследование соответствует требованиям паспорта специальности ВАК 08.00.13 Математические и инструментальные методы экономики:

1.9. Разработка и развитие математических методов и моделей анализа и прогнозирования развития социально-экономических процессов общественной жизни: демографических процессов, рынка труда и занятости населения, качества жизни населения и др.

Объектом исследования является рынок труда ИТС. Предмет исследования включает характеристики сбалансированности спроса и предложения труда ИТС, методы и модели для их анализа и прогнозирования.

Информационная база исследования. Информационной базой исследования были статистические данные Росстата (Российский статистический ежегодник, данные обследований "О численности и потребности организаций в работниках по профессиональным группам" и "Сведения о распределении численности работников по размерам заработной платы"), статистические ежегодники "Народное хозяйство СССР", "Труд в СССР", "Народное образование, наука и культура в СССР", статистические базы данных Международной организации труда; статистические данные национальных агентств; данные отчетов UNESCO; базы данных OECD, Eurostat; отчеты и статистические публикации Национального научного фонда США (NSF), отчеты и база данных Бюро статистики труда США (BLS); отчеты и база данных Бюро переписи населения США (Current Population Survey, CPS); отчеты Национального центра статистики образования (National Center of Education Statistics, NCES); базы данных Бюро экономического анализа США (Bureau of economic analysis, BEA); база данных Всемирного банка (World Bank).

Научная новизна исследования

1. Предложен подход к анализу сбалансированности спроса и предложения труда ИТС в России на основе использования разработанных моделей численности занятых ИТС, выпуска ИТС с учетом выпуска по другим направлениям подготовки, расширения сектора услуг и отсева во время обучения, а также на основе многомерной макроэкономической модели. Данный подход позволяет, в дополнение к существующим методам, более детально исследовать в динамике показатели спроса и предложения ИТС для различных сценариев социально-экономического развития страны.
2. Разработана на основе модификации модели межвидовой конкуренции модель выпуска ИТС с учетом выпуска по другим направлениям подготовки, с помощью которой показана возможность формирования новой относительно устойчивой структуры выпуска по специальностям в результате действия внешних факторов (экономический кризис, изменение общественного мнения относительно приоритетности специальностей и др.).
3. Предложенный на основе разработанной многомерной макроэкономической модели подход позволяет исследовать степень сбалансированности спроса и предложения труда ИТС в зависимости от макроэкономических показателей для различных сценариев развития экономики в краткосрочной перспективе, а также условия сбалансированности для среднесрочного периода при различных уровнях инвестиционной активности и заработной платы в промышленности.

4. Определены условия достижения сбалансированности спроса и предложения труда ИТС в России для среднесрочного периода в результате решения оптимизационных задач, в которых в качестве ограничений используются полученные при разработке моделей эконометрические зависимости, а также дополнительные ограничения на динамику численности молодых специалистов, продолжающих работать по специальности после выпуска, на динамику инвестиций в основные фонды промышленности и др.
5. По результатам моделирования с помощью разработанных моделей показано, что достижение сбалансированности в среднесрочной перспективе возможно при одновременном росте инвестиций в промышленные производства и относительного уровня заработной платы в промышленности, а также при постепенном повышении доли ИТС, остающихся работать по специальности.

Теоретическая и практическая значимость исследования. Теоретическая значимость исследования заключается в разработке подходов, основанных на исследовании и моделировании показателей спроса и предложения труда ИТС, а также методологии анализа степени сбалансированности спроса и предложения труда ИТС. Практическая значимость исследования состоит в возможности применения разработанных моделей и подходов к анализу и прогнозированию сбалансированности спроса и предложения труда ИТС.

Апробация результатов исследования. Результаты выполненного исследования были использованы в проекте РГНФ «Разработка методологии анализа и прогнозирования спроса и предложения инженерно-технических и научных кадров для инновационного развития экономики» (14-02-00538а), а также были представлены в качестве докладов на восьми международных научно-практических конференциях «Математика. Компьютер. Образование» (Дубна: 2014, 2016, 2018, 2020 гг., Пушкино: 2015, 2017, 2019, 2021 гг.).

Публикации. Полученные в ходе исследования результаты опубликованы в 15 печатных работах общим объемом 9,8 п.л. (вклад автора — 7,8 п.л.), в том числе, в 3 статьях в научных журналах, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук (авторский вклад — 2 п.л.).

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и 7 приложений. Объем основной работы составляет 139 страниц. Список литературы содержит 182 наименования. Основной текст содержит 19 рисунков и 26 таблиц.

2. Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Показано, что на показатели спроса и предложения инженерно-технических специалистов (ИТС) оказывают влияние следующие факторы: доля валовой добавленной стоимости (ВДС) промышленности, в том числе обрабатывающей промышленности (ОП), высоко- и среднетехнологичных производств в ВВП, доля занятых в ОП, доля ВДС сектора услуг, доля инвестиций в высокотехнологичные и среднетехнологичные производства.

Результаты проведенного эконометрического анализа с использованием межстрановой выборки показали, что доля дипломированных ИТС в общей численности специалистов с профессиональным образованием положительно коррелирована с долей валовой добавленной стоимости (ВДС) обрабатывающей промышленности (ОП) в ВВП, долей ВДС высокотехнологичных производств в ВВП, ВДС промышленности в ВВП, долей высокотехнологичных и среднетехнологичных производств (ВСТП) в ВВП, отрицательно коррелирована с долей ВДС сектора услуг в ВВП.

Доля студентов инженерно-технических специальностей в общей численности студентов и доля выпускников инженерно-технических специальностей в общей численности выпуска положительно коррелированы со следующими факторами: доля ВДС ОП в ВВП, доля занятых в ОП, доля занятых на высоко- и среднетехнологичных производствах, доля ВДС высоко- и среднетехнологичных производств в ВВП; доля инвестиций в высоко и среднетехнологичные производства, собственные расходы на НИОКР в промышленности в % ВВП.

Выявленные факторы были учтены при разработке моделей численности занятых и динамики выпуска ИТС.

2. Разработана модель для исследования динамики численности занятых ИТС.

При разработке модели в работе были приняты следующие гипотезы: 1) существует запаздывание предложения специалистов относительно спроса с учетом длительности подготовки кадров требуемой квалификации; 2) предложение труда ИТС зависит от уровня оплаты труда как в отраслях, предъявляющих спрос на ИТС, так и в отраслях, нанимающих специалистов альтернативных профессий, а также от динамики выпуска специалистов в предыдущие периоды; 3) относительный уровень заработной платы в промышленности зависит от численности занятых ИТС, и уровня развития отраслей сектора услуг, предъявляющих спрос на специалистов других профессий.

Модель для исследования динамики численности занятых ИТС, разработанная по данным для России, включает 3 блока (блок относительного уровня заработной платы, блок численности выпуска ИТС и блок численности занятых ИТС):

1. блок относительного уровня заработной платы

$$w_t = b_1 + b_2 et_t + b_3 (\Delta Y_{St} / Y_{St-1}), \quad (1)$$

2. блок численности выпуска ИТС

$$GE_t = b_4 GE_{t-1} + b_5 w_{t-5}, \quad (2)$$

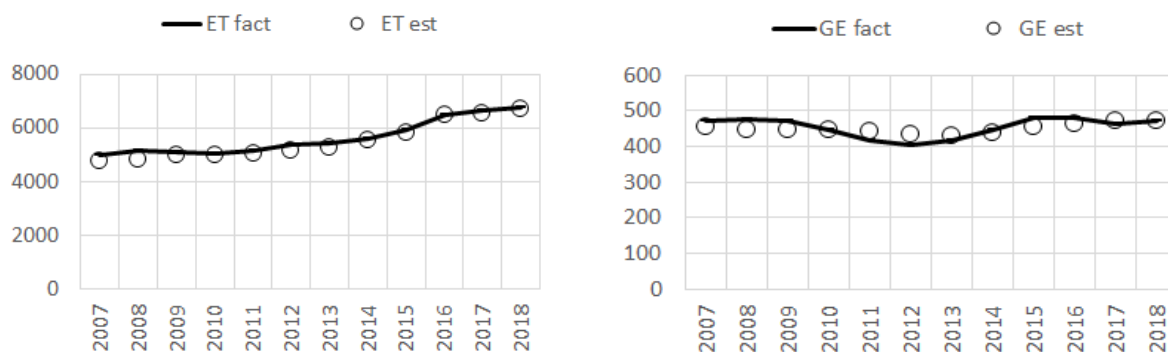
3. блок численности занятых ИТС

$$et_t = b_6 ge_t + b_7 w_t + b_8 D3_t, \quad (3)$$

$$ge_t = GE_t / G_t,$$

где GE_t — численность выпуска ИТС (тыс. человек), ge_t — доля выпуска ИТС в общем выпуске, G_t — численность общего выпуска специалистов из вузов и ссузов (тыс. человек), et_t — доля занятых ИТС в общей численности занятых, w_t — отношение уровня заработной платы в ОП к средней заработной плате в финансовой деятельности, $\Delta Y_{St}/Y_{St-1}$ — темп прироста ВДС сектора услуг, $D3_t$ — фиктивная переменная, равная 1 для 2016 г. и 0 в остальных случаях.

Оценки параметров модели были получены с использованием данных по России за 1999–2016 гг., источниками информации были статистические данные Росстата. На рис.1 приведены графики численности занятых и выпускаемых ИТС (фактические данные и полученные с помощью модели оценки).



а) ET_t — фактическая численность занятых ИТС, ET_{test} — результаты моделирования. б) GE_t — фактическая численность выпуска ИТС, GE_{test} — результаты моделирования.

Рис. 1. Фактические и полученные в результате моделирования значения численности ИТС, занятых в экономике, и выпуска ИТС, тыс. человек.

О достаточно высокой точности аппроксимации свидетельствуют значения средне-квадратической ошибки постпрогноза для 2017–2018 гг. для численности выпуска ИТС (GE_t) — 1,2%; для et_t — 1,4%. Блок (1) модели используется далее как блок в макроэкономической модели для анализа сбалансированности спроса и предложения ИТС.

Модель численности занятых ИТС позволяет получать предварительные прогнозные оценки численности занятых ИТС и выпуска ИТС без учета изменения макроэкономических показателей. Результаты расчетов на основе данной модели показывают, что при увеличении относительного уровня оплаты труда в промышленности с 0,45 в 2018 г. до 0,49 к 2024 г. рост доли численности занятых ИТС в общей численности занятых составит примерно 0,5% при увеличении доли выпуска ИТС в общем выпуске примерно с 32% в 2018 г. до 33% к 2024 г.

3. Разработана модель для анализа динамики выпуска ИТС с учетом выпуска по другим направлениям подготовки и проведено исследование устойчивости модели.

Дополнительное предложение труда специалистов определяется в значительной степени динамикой выпуска специалистов данных специальностей. При этом целесообразно учитывать также динамику выпуска и по другим направлениям подготовки.

Проведенный анализ динамики выпуска групп специалистов инженерно-технических, социально-гуманитарных, естественнонаучных направлений подготовки (включая физические, химические, биологические науки), специальностей образования и здравоохранения, а также культуры и искусства в России в 1995–2018 гг. свидетельствует о произошедших изменениях в динамике доли инженерно-технических и социально-гуманитарных специалистов, что связано как со структурными сдвигами в экономике, так и изменениями профессионально-квалификационной структуры спроса на труд.

При разработке модели были приняты следующие гипотезы:

1) при выборе специальности абитуриент ориентируется на текущую экономическую конъюнктуру (значение имеет развитие сектора, предъявляющего основной спрос на специалистов данной профессии в момент выбора направления подготовки для поступления в учебное заведение); 2) при снижении спроса на труд ИТС (например, из-за снижения объема производства промышленного сектора) абитуриенты могут отдавать предпочтение социально-гуманитарным / альтернативным специальностям, если наблюдается рост спроса со стороны сектора услуг; 3) при снижении спроса со стороны сектора услуг доля выпуска инженерно-технических специальностей также может возрастать.

Для описания взаимной динамики выпуска инженерно-технических и социально-гуманитарных специалистов была предложена модель, основанная на модифицированной модели межвидовой конкуренции:

$$\begin{aligned} \Delta ge_t / ge_{t-1} &= c_1 + c_2 ge_{t-1} + c_9 \Delta ge_{t-1} + c_3 gs_{t-1} + c_4 m_{t-5} + c_{10} D1_t + c_{11} D2_t, \\ \Delta gs_t / gs_{t-1} &= c_5 + c_6 ge_{t-1} + c_7 gs_{t-1} + c_8 s_{t-6}, \end{aligned} \quad (4)$$

где ge_t — доля выпускников инженерно-технических специальностей в общем выпуске; gs_t — доля выпускников социально-гуманитарных специальностей в общем выпуске; где

$ge_t + gs_t \leq 80\%$, учитывая выпуск по другим группам специальностей, m_t — темп прироста объема выпуска промышленности, s_t — темп прироста ВДС сектора услуг; $D1_t$ — фиктивная переменная, равная 1 для 2013 и 2014 гг. и 0 в остальных случаях; $D2_t$ — фиктивная переменная, равная 1 для 2018 г. и 0 в остальных случаях.

В системе уравнений (4) параметры c_3 и c_6 определяют возможность специалистов при выборе специальности поменять решение в пользу другого направления. Параметры c_2 и c_7 учитывают рост конкуренции за вакансии при насыщении предложения труда работниками данной специальности, а также влияние мнения сверстников. Переменные m_{t-5} и s_{t-6} отражают влияние текущей экономической конъюнктуры на предпочтение абитуриента в пользу определенной специальности. Предполагается, что при выборе специальности поступающие на инженерно-технические направления руководствуются представлениями об изменении спроса на рабочую силу со стороны промышленности: положительный темп прироста промышленного производства ($m_{t-5} > 0$) свидетельствует о возможном росте спроса на специалистов данного профиля, что увеличивает приток абитуриентов. Аналогичная ситуация характерна для специалистов социально-гуманитарного профиля, ориентирующихся на возможный рост сектора услуг (s_{t-6}). Запаздывание величин m_{t-5} и s_{t-6} отражает средневзвешенную продолжительность срока подготовки специалистов (за 1995–2015 гг.), которая равна 5 годам для инженерно-технических специальностей (с учетом 3–4-летней подготовки в системе среднего профессионального образования и сохранения на многих инженерных специальностях специалитета 5–6 лет) и 6 годам для социально-гуманитарных (с учетом постепенного перехода на Болонскую систему «бакалавриат + магистратура» и значительной доли выпускников, получавших дипломы специалиста и магистра в данной группе специальностей). Фиктивные переменные ($D1_t$ и $D2_t$) были введены для учета изменений в методологии статистической отчетности и других внешних факторов.

Использование модели (4) для исследования выпуска инженерно-технических и социально-гуманитарных специалистов, с учетом запаздывания подготовки по отношению к динамике выпуска промышленности и сектора услуг на 5–6 лет, основываясь на известных темпах прироста макроэкономических переменных, свидетельствует о росте доли выпуска ИТС с 32,5% в 2018 г. до 35,2% в 2024 г. при снижении доли выпуска специалистов социально-гуманитарного профиля снизится с 42,1% в 2018 г. примерно до 33,1% в 2024 г.

Анализ устойчивости системы свидетельствует о существовании стационарной точки типа «узел», а также об относительной устойчивости нелинейной системы (4) к изменениям m_{t-5} и s_{t-6} . Следует учитывать, что к изменению стационарной точки системы могут приводить сложно поддающиеся формализации факторы, которые могут быть учтены в

уравнении в качестве фиктивных переменных. Проведенный анализ показывает, что имеет место сходимость выходных переменных модели к постоянным уровням для двух периодов времени (см. рис.2).

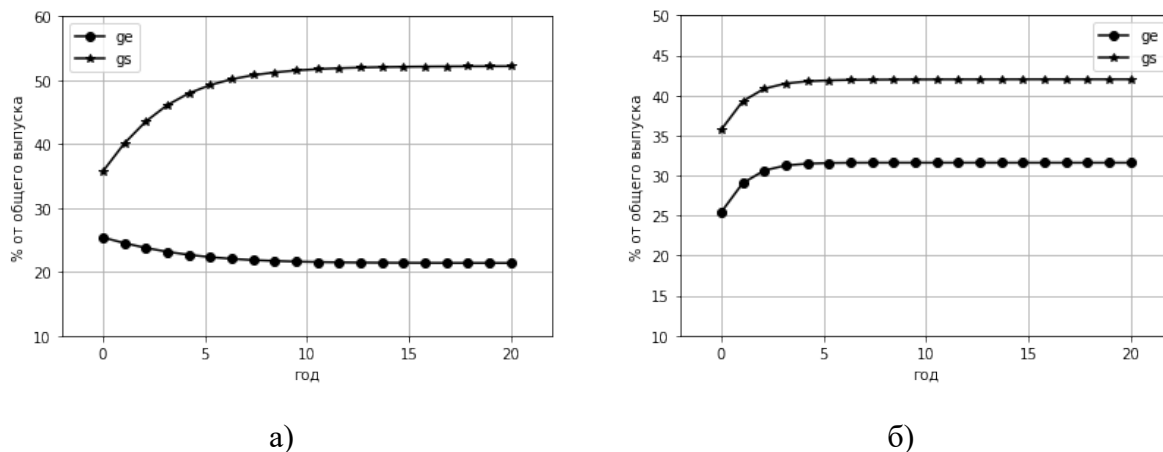


Рис. 2. Динамика выходных переменных модели (4) ge_t и gs_t с учетом фиктивных переменных, но без учета влияния переменных m_{t-5} и s_{t-6} а) в 2000–2012, б) в 2013–2018 гг.

Полученные результаты анализа устойчивости системы (4) свидетельствуют о возможности формирования новой, относительно устойчивой структуры выпуска по специальностям в результате шоковых воздействий (например, изменений в общественном восприятии значимости определенных групп профессий, роста интереса к инженерно-техническим специальностям, увеличения числа бюджетных мест, а также последствий финансово-экономического кризиса, повлиявшего на снижение престижности профессий сферы услуг).

Результаты анализа устойчивости модели для исследования динамики выпуска специалистов с учетом направлений подготовки, описываемые системой нелинейных уравнений (4), свидетельствуют о существовании положения устойчивого равновесия, а также позволяют определить условия и характер ее изменения при изменении входных воздействий. Дополнительный анализ показал, что даже при достаточно высокой амплитуде колебаний входных параметров, координаты устойчивой точки отклоняются не столь значительно.

Модель выпуска ИТС с учетом подготовки по другим направлениям была разработана для использования в качестве блока в расширенной макроэкономической модели, однако с ее помощью могут быть решены частные задачи описания и прогнозирования численности выпуска ИТС с учетом влияния динамики производства промышленности и сектора услуг, а также дополнительного анализа изменения структуры подготовки кадров в результате шоковых воздействий.

4. Разработана расширенная модель численности выпуска ИТС с учетом выпуска по другим направлениям подготовки, а также возможного оттока кадров в процессе обучения.

Результаты межстранового анализа доли специалистов, не работающих по полученной специальности, показали, что отток в процессе обучения по причине смены специальности или отсева может быть достаточно велик (порядка 30–50% студентов научных специальностей меняли направление в процессе обучения, причем эта оценка достаточно устойчива для различных периодов и стран). В отличие от существующих моделей предложения труда, в которых, как правило, не учитывается смена специальности в процессе обучения, либо отсев рассматривается как некоторая постоянная величина, в диссертационной работе предложена динамическая модель выпуска ИТС с учетом отсева в процессе обучения, разработанная на тех же принципах, что и модель выпуска ИТС с учетом выпуска специалистов социально-гуманитарных направлений, но отличающаяся тем, что в ней выделяются учащиеся инженерно-технических и всех остальных специальностей. При этом выделены группы получающих среднее (СПО) и высшее профессиональное образование (ВПО), так как уровень отсева в процессе обучения в этих группах различен. Модель состоит из 3 блоков:

1. численность приема на инженерно-технические специальности:

$$\Delta E_{1,t}/E_{1,t-1} = a_0 + a_1E_{1,t-1} + a_2O_{1,t-1} + a_3ms_t, \quad (5a)$$

$$\Delta O_{1,t}/O_{1,t-1} = a_4 + a_5E_{1,t-1} + a_6O_{1,t-1}, \quad (5б)$$

$$\Delta E_{2,t}/E_{2,t-1} = a_7 + a_8E_{2,t-1} + a_9O_{2,t-1} + a_{10}y_i, \quad (5в)$$

$$\Delta O_{2,t}/O_{2,t-1} = a_{11} + a_{12}E_{2,t-1} + a_{13}s_t, \quad (5г)$$

2. коэффициенты отсева и смены специальности в процессе обучения:

$$k_{1,t} = c_0 + c_1E_{2,t} + c_2Li_t, \quad (6a)$$

$$k_{2,t} = c_3 + c_4W_t + c_5Li_t + c_6D0_t; \quad (6б)$$

3. численность выпуска ИТС:

$$GE_{1,t} = k_{1,t}E_{1,t}, \quad (7a)$$

$$GE_{2,t} = k_{2,t}E_{2,t}, \quad (7б)$$

$$GE_t = GE_{1,t} + GE_{2,t}, \quad (7в)$$

где $E_{1,t}$, $E_{2,t}$ — прием на инженерно-технические специальности СПО и ВПО, соответственно; $O_{1,t}$, $O_{2,t}$ — прием на все остальные специальности СПО и ВПО, соответственно; ms_t — отношение темпа прироста выпуска обрабатывающей промышленности к темпу прироста выпуска сектора услуг; y_i — темп прироста выпуска промышленности и строительства; Li_t — численность занятых в промышленности; W_t — отношение средней начисленной заработной платы в обрабатывающих производствах и в финансовой и профессиональной деятельности; $GE_{1,t}$, $GE_{2,t}$ — выпуск по инженерно-техническим

специальностям СПО и ВПО, соответственно, GE_t — выпуск по инженерно-техническим специальностям в целом (СПО + ВПО); $D0_t$ — фиктивная переменная, равная 1 для 2012–2013 гг. и 0 в остальных случаях.

Параметры модели были оценены с использованием данных Росстата и статистических сборников ВШЭ за 1999–2013 гг. Оценки, полученные с помощью данной модели свидетельствуют об удовлетворительной точности аппроксимации: относительная среднеквадратическая ошибка для периода 1999–2013 гг. для численности выпуска ИТС со средним специальным образованием ($GE_{1,t}$) составила 7,5%, для численности выпуска ИТС с высшим образованием ($GE_{2,t}$) — 4,2%; для численности выпуска ИТС в целом (GE_t) — 4,5%.

Модель численности выпуска ИТС с учетом выпуска по другим направлениям подготовки и отсева в процессе обучения может быть использована для предварительной оценки численности выпуска ИТС средней и высшей квалификации, а также оттока, связанного с отсевом во время обучения и влияющим на отток кадров в другие отрасли и специальности в перспективе. В частности, с помощью данной модели было показано, что процессы деиндустриализации способствуют росту доли абитуриентов инженерных специальностей, оставляющих специальность во время обучения, что, учитывая также достаточно высокую долю молодых специалистов, не работающих по специальности после выпуска, свидетельствует о необходимости учета полученных результатов при разработке промышленной политики для сохранения устойчивого предложения труда ИТС.

5. Разработана макроэкономическая модель для исследования сбалансированности спроса и предложения труда ИТС.

Предлагаемая многомерная макроэкономическая модель, кроме специальных блоков для анализа сбалансированности спроса и предложения труда ИТС, включает блоки для моделирования выпуска промышленного сектора и сектора услуг, а также выпуска в экономике в целом.

Модель состоит из 14 блоков: 1. дополнительная потребность в ИТС (дополнительный спрос на труд ИТС), 2. предложение труда ИТС, 3. численность выпуска ИТС, 4. численность занятых ИТС, 5. производственная функция промышленности, 6. производственная функция экономики, 7. производственная функция сектора услуг, 8. численность занятых в промышленности, 9. численность занятых в секторе услуг, 10. основные фонды (ОФ) в экономике, 11. ОФ промышленности, 12. ОФ сектора услуг, 13. совокупное потребление, 14. отношение средней заработной платы в промышленности к средней заработной плате в финансовой деятельности.

Выходные переменные в модели:

- численность выпуска ИТС (GE_t);
- численность занятых ИТС (ET_t);
- спрос на труд ИТС (DET_t);
- предложение труда ИТС (SGE_t).

Внутренние переменные модели:

- доля выпускников инженерно-технических специальностей в общем выпуске (ge_t);
- доля выпускников социально-гуманитарных специальностей в общем выпуске (gs_t);
- выпуск продукции промышленных производств (Y_{it});
- основные фонды в промышленности (F_{it});
- численность занятых в промышленности (L_{it});
- доля численности занятых в промышленности в общей численности занятых в экономике (li_t);
- ВВП (Y_t);
- основные фонды (F_t);
- валовая добавленная стоимость в секторе услуг (Y_{st});
- основные фонды в секторе услуг (F_{st});
- численность занятых в секторе услуг (L_{st});
- доля численности занятых в секторе услуг в общей численности занятых в экономике (ls_t);
- совокупные расходы на потребление (C_t);
- инвестиции в основные фонды экономики (I_t);
- инвестиции в ОФ промышленности (I_{it});
- инвестиции в ОФ сектора услуг (I_{st});
- отношение средней заработной платы в промышленности к средней заработной плате в финансовой деятельности (w_t).

Экзогенные переменные в модели:

- численность занятых в экономике (L_t);
- численность выпуска специалистов со средним и высшим профессиональным образованием по всем специальностям и направлениям подготовки (G_t);
- доля инвестиций в основные фонды (ОФ) экономики в ВВП (a_t);
- доля инвестиций в ОФ добывающей промышленности в инвестициях в ОФ экономики ($aiqt$);

- доля инвестиций в ОФ обрабатывающей промышленности в инвестициях в ОФ экономики (aim_t);
- доля инвестиций в ОФ распределения газа, воды и электроэнергии в инвестициях в ОФ экономики (aid_t);
- доля инвестиций в ОФ сектора услуг в инвестициях в ОФ экономики (as_t);
- уровень загрузки производственных мощностей (Z_t);
- доля молодых специалистов, продолжающих работать по специальности после выпуска (c_t).

Блок-схема макроэкономической модели приведена на рис.3.

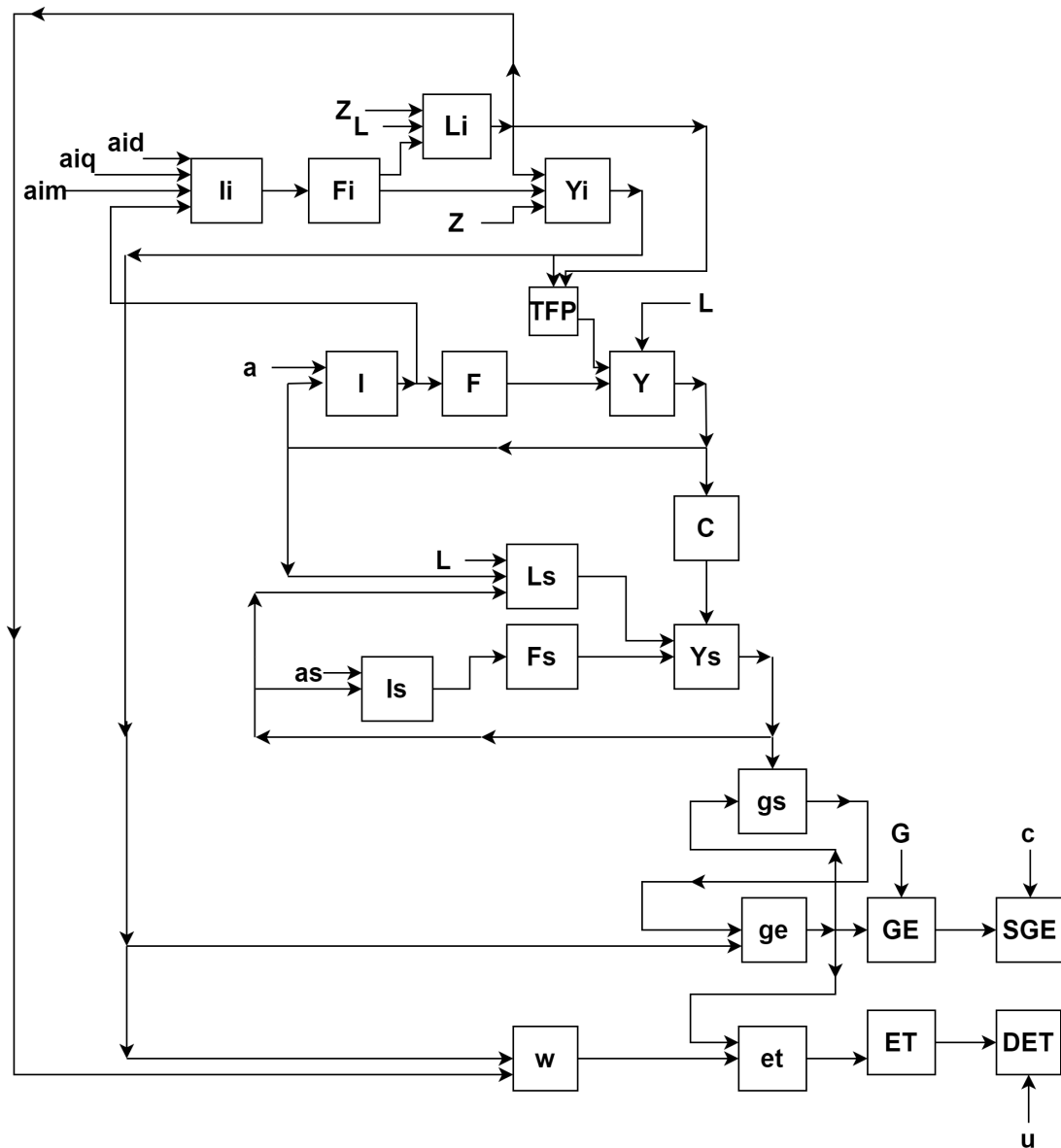


Рис.3. Блок-схема макроэкономической модели для анализа сбалансированности спроса и предложения труда ИТС.

Анализ существующих способов определения сбалансированности спроса и предложения труда позволил выявить два основных подхода: согласно первому — сбалансированность рынка труда можно рассматривать через призму согласованности спроса на рабочую силу и ее предложения, оценивая спрос как количество вакансий, а предложение труда — по количеству безработных (число потенциальных работников); согласно второму — сбалансированность спроса и предложения как соответствие дополнительных объемов спроса и предложения.

При проведении расчетов дополнительный спрос был определен как ежегодная дополнительная потребность в работниках, то есть прирост численности занятых в связи с экономическим ростом, а также потребность в работниках для замещения вакантных мест в связи с естественным движением, то есть с учетом коэффициентов естественного выбытия по видам деятельности и коэффициента миграционного прироста (выбытия). Учитывая, что число выпускников образовательных учреждений составляет значительную часть дополнительного предложения труда, совокупный ежегодный прирост предложения на рынке квалифицированного труда оценивается на основе данных о выпуске специалистов вузами и ссузами.

В данной диссертационной работе под сбалансированностью спроса и предложения труда ИТС понимается согласованность дополнительной потребности в ИТС (DET_t) и дополнительного предложения труда (SGE_t), характеризуемого численностью подготавливаемых специалистов в системе профессионального образования.

Блоки макроэкономической модели описываются уравнениями:

1. спрос на труд (дополнительная потребность в) ИТС

$$DET_t = ET_t - (1 - u)ET_{t-1}, \quad (8)$$

где DET_t — спрос на труд ИТС, ET_t — численность занятых ИТС в экономике, $u = 0.033$ — коэффициент, характеризующий дополнительную потребность, связанную с выбытием кадров и появлением вакантных мест,

2. предложение труда ИТС с учетом оттока кадров

$$SGE_t = c_t GE_t, \quad (9)$$

где c_t — доля молодых специалистов, работающих по специальности после выпуска из вуза / ссуза, GE_t — численность выпуска ИТС.

3. численность выпуска ИТС

$$\Delta ge_t / ge_{t-1} = c_1 + c_2 ge_{t-1} + c_3 \Delta ge_{t-1} + c_4 gs_{t-1} + c_5 \Delta Yi_{t-5} / Yi_{t-6} + c_6 D1_t + c_7 D2_t, \quad (10a)$$

$$\Delta gs_t / gs_{t-1} = c_8 + c_9 ge_{t-1} + c_{10} gs_{t-1} + c_{11} \Delta Ys_{t-6} / Ys_{t-7}, \quad (10б)$$

$$GE_t = ge_t G_t, \quad (10в)$$

где ge_t — доля выпускников инженерно-технических специальностей в общем выпуске; gs_t — доля выпускников социально-гуманитарных специальностей в общем выпуске; Y_{it} — объем производства в промышленности, $\Delta Y_{it-5} = Y_{it-5} - Y_{it-6}$, Y_{St} — валовая добавленная стоимость сектора услуг, $\Delta Y_{St-6} = Y_{St-6} - Y_{St-7}$, G_t — численность выпуска специалистов со средним и высшим профессиональным образованием по всем специальностям и направлениям подготовки; $D1_t$ — фиктивная переменная, равная 1 для 2013 и 2014 гг. и 0 в остальных случаях; $D2_t$ — фиктивная переменная, равная 1 для 2018 г. и 0 в остальных случаях;

4. численность занятых ИТС

$$et_t = c_{12}ge_t + c_{13}w_t + c_{14}D3_t, \quad (11a)$$

$$ET_t = et_t L_t, \quad (11б)$$

где et_t — доля численности занятых ИТС в общей численности занятых в экономике, w_t — отношение средней заработной платы в промышленности к средней заработной плате в финансовой деятельности; $D3_t$ — фиктивная переменная, равная 1 для 2016 г. и 0 в остальных случаях;

5. производственная функция промышленности

$$Y_{it} = c_{15}(F_{it}Z_t)^{c_{16}}(L_{it})^{1-c_{16}}, \quad (12)$$

где Z_t — уровень загрузки производственных мощностей в промышленности; F_{it} — основные фонды промышленности; L_{it} — численность занятых в промышленности (тыс. человек);

6. производственная функция экономики

$$Y_t = c_{17}F_t^{c_{18}}L_t^{1-c_{18}}, \quad (13a)$$

$$d \ln TFP_t = c_{19} + c_{20}d \ln(Y_t / L_t), \quad (13б)$$

где Y_t — ВВП; F_t — ОФ экономики; L_t — численность занятых в экономике (тыс. человек);

7. производственная функция сектора услуг

$$Y_{St} = c_{21}F_{St}^{c_{22}}L_{St}^{1-c_{22}}C_t^{c_{23}}, \quad (14)$$

где Y_{St} — валовая добавленная стоимость в секторе услуг; F_{St} — основные фонды в секторе услуг; L_{St} — численность занятых в секторе услуг (тыс. человек); C_t — совокупные расходы на потребление;

8. численность занятых в промышленности

$$li_t = c_{24}li_{t-1} + c_{25}(F_{it-1}Z_{t-1}), \quad (15a)$$

$$Li_t = li_t L_t; \quad (15б)$$

9. численность занятых в секторе услуг

$$ls_t = c_{26}(Ys_{t-1}/Y_{t-1}) + c_{27}li_t + c_{28}D4_t, \quad (16a)$$

$$Ls_t = ls_t L_t, \quad (16b)$$

где $D4_t$ — фиктивная переменная, равная 1 для 2015 и 2016 гг. и 0 в остальных случаях;

10. основные фонды (ОФ) в экономике

$$F_t = c_{29}F_{t-1} + c_{30}I_t, \quad (17a)$$

$$I_t = a_t Y_{t-1}, \quad (17b)$$

где I_t — инвестиции в основные фонды;

11. основные фонды (ОФ) промышленности

$$Fi_t = c_{31}Fi_{t-1} + c_{32}Ii_t, \quad (18a)$$

$$Ii_t = ai_t I_t, \quad (18b)$$

где Ii_t — инвестиции в ОФ промышленности;

12. основные фонды сектора услуг

$$Fs_t = c_{33}Fs_{t-1} + c_{34}Is_t, \quad (19a)$$

$$Is_t = as_t I_t, \quad (19b)$$

где Is_t — инвестиции в ОФ сектора услуг;

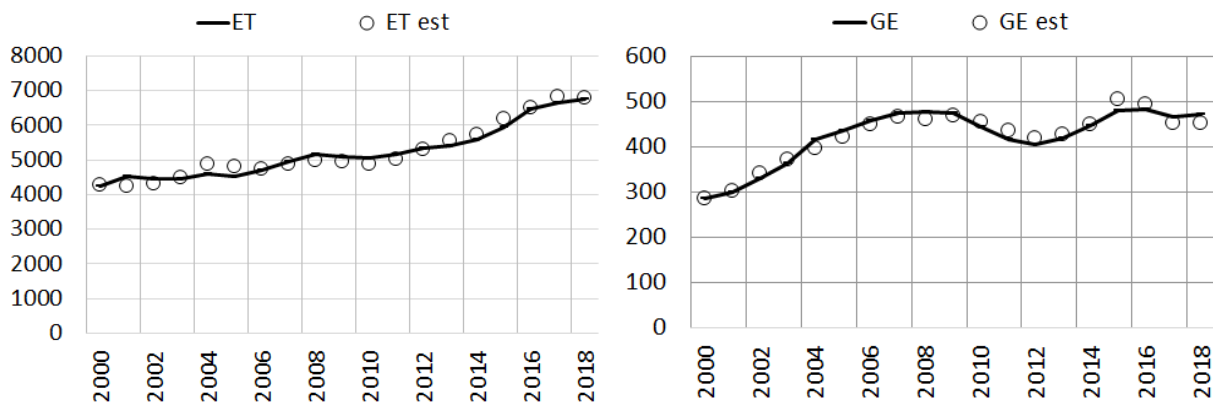
13. потребление

$$C_t = c_{35} + c_{36}Y_t; \quad (20)$$

14. отношение средней заработной платы в промышленности к средней заработной плате в финансовой деятельности

$$w_t = c_{37} + c_{38}(Yi_t / Li_t). \quad (21)$$

Результаты моделирования выпуска и численности занятых ИТС свидетельствуют о достаточно высокой точности разработанной модели: среднеквадратическая ошибка для рассматриваемого периода 2000–2016 гг. для численности выпуска ИТС (GE_t) — 2,9%, для численности занятых ИТС (ET_t) — 2,6%; среднеквадратическая ошибка пост-прогноза для 2017–2018 гг. для численности выпуска ИТС (GE_t) — 1,5%, для численности занятых ИТС (ET_t) — 1,3% (см. также рис.4).



а) ET_t – фактическая численность занятых ИТС, ET_{est} – результаты моделирования. б) GE_t – фактическая численность выпуска ИТС, GE_{est} – результаты моделирования.

Рис. 4. Фактические и полученные в результате моделирования значения численности ИТС, занятых в экономике, и выпуска ИТС, тыс. человек.

б. С помощью разработанной макроэкономической модели получены оценки численности занятых ИТС и численности выпуска ИТС с учетом различных сценариев экономического развития. Показано, что достижение сбалансированности спроса и предложения труда ИТС в 2020–2024 гг. возможно при реализации сценариев, характеризующихся более высокими темпами роста промышленности.

С целью исследования сбалансированности спроса и предложения труда ИТС при различных сценариях экономического развития, были рассмотрены 3 сценария (консервативный, базовый, целевой), основанные на приведенных в прогнозе социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2024 г. Минэкономразвития (МЭР). В случае реализации консервативного сценария предполагалось увеличение среднегодового темпа прироста ВВП с 1,1% в 2020 г. до 2,5% в 2024 г., темпов прироста промышленных производств с 1,7% до 2,2%, а также численности занятых в экономике с 71,9 до 73,1 млн человек, соответственно. Базовый и целевой сценарии характеризуются более высокими темпами прироста ВВП (с 1,7% в 2020 г. до 3,3% в 2024 г. и с 2,0% в 2020 г. до 3,3% в 2024 г. соответственно), промышленных производств (с 2,4% до 3,1% и с 2,8% до 3,3% соответственно), а также численности занятых в экономике с 72,1 до 73,9 млн человек.

В данной работе сбалансированность спроса и предложения труда ИТС характеризуется состоянием рынка труда ИТС, при котором дополнительная ежегодная потребность в ИТС может быть обеспечена за счет предложения труда ИТС, определенного через численность подготавливаемых специалистов.

В качестве показателя степени сбалансированности спроса и предложения труда ИТС для сценарного анализа использовалось соотношение полученных оценок объема

дополнительного спроса на ИТС (DET_t) и предложения труда (SGE_t) ИТС, образованного численностью выпускников с учетом оттока: (SGE_t / DET_t). Значения данного показателя менее 1 свидетельствовали о возможном дефиците подготавливаемых кадров, в то время как значения, превышающие 1, — о вероятности роста безработицы среди ИТС и потерь кадрового потенциала ИТС.

Расчеты были проведены с использованием разработанной макроэкономической модели для анализа сбалансированности спроса и предложения труда ИТС (8)–(21).

Результаты проведенного сценарного анализа показывают (см. рис.5), что для консервативного сценария, характеризующегося относительно более низкими темпами промышленного развития, возможно сохранение некоторого превышения предложения труда ИТС (выпуска молодых специалистов) над спросом даже с учетом высокой доли молодых специалистов, не работающих по специальности после окончания профессионального образования, что создает угрозу потери человеческого капитала и роста несбалансированности. В то же время для базового и целевого сценариев (при темпах прироста ВВП и промышленного производства, равных 2,5–3% и 1,8–2,2% соответственно), незначительно отличающихся друг от друга, соответственно в краткосрочном периоде возможно достижение ситуации сбалансированности спроса и предложения труда ИТС все еще при сохранении высокого уровня оттока кадров.

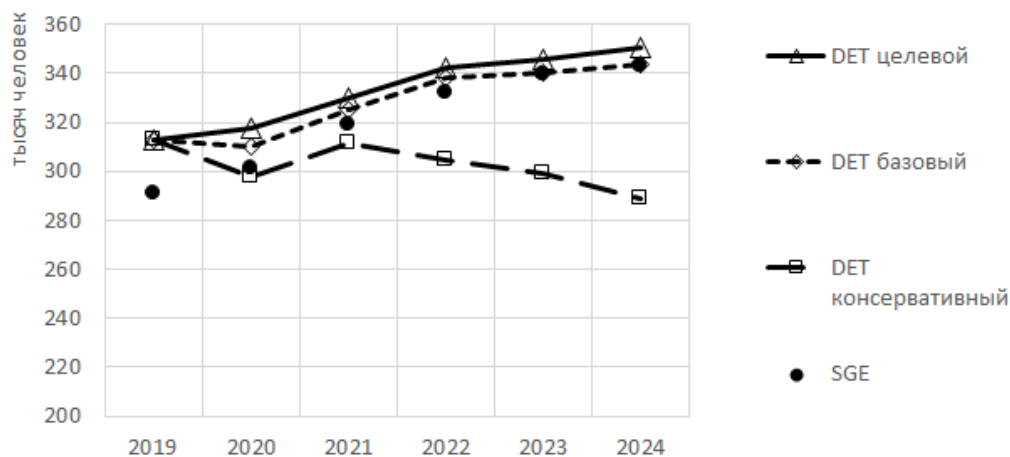


Рис.5. Динамика показателей спроса на труд ИТС (DET) и предложения труда ИТС (SGE) для целевого, базового и консервативного сценариев, рассчитанных с использованием модели (8)–(21), тыс. человек.

Таким образом, достижение сбалансированности спроса и предложения труда ИТС даже для базового и целевого сценариев возможно высокой доле ИТС, не работающих по специальности (равной около 38%, на уровне 2016 г.), что свидетельствует о необходимости более подробного исследования условий достижения сбалансированно-

сти спроса и предложения труда ИТС (рост доли инвестиций в основные фонды промышленности, рост относительного уровня заработной платы в промышленности и секторе услуг, доли ИТС, не работающих по специальности).

7. Разработанная макроэкономическая модель позволяет осуществлять анализ условий достижения сбалансированности спроса и предложения труда ИТС с помощью решения оптимизационных задач.

С целью определения условий достижения сбалансированности спроса (DET_t) и предложения (SGE_t) ИТС с помощью разработанной модели (8)–(21) были сформулированы и решены (для периода 2020–2030 гг.) три оптимизационные задачи.

Во всех задачах критерием оптимизации является минимум суммы квадратов разности ($\sum_t (DET_t - SGE_t)^2 \rightarrow \min$).

При этом в задаче 1 параметром оптимизации является темп прироста доли инвестиций в ОП в инвестициях в ОФ экономики в целом ($dLn(aim_t)$). Ограничениями задачи 1 служат уравнения модели (8)–(21), а также следующие ограничения: 1) суммарная доля инвестиций в ОФ промышленности и секторе услуг от инвестиций в ОФ экономики в целом останется неизменной на уровне 2016 г., равной 91%; 2) доля инвестиций в основные фонды обрабатывающей промышленности в инвестициях в основные фонды экономики в целом на протяжении рассматриваемого периода изменится с некоторым постоянным положительным темпом $dLn(aim_t)$.

Доля ИТС, работающих по специальности после выпуска (c_t) задана постоянной величиной, и предполагается, что она сохраняется на уровне 2016 г., равном около 62%:

$$\sum_t (DET_t - SGE_t)^2 \rightarrow \min_{dLn(aim_t)} \quad (22a)$$

$$(aiq_t + aim_t + aid_t) + as_t \leq A \quad (23a)$$

$$A = 0.91 \quad (23б)$$

$$dLn(aim_t) \geq 0 \quad (24)$$

$$c_t = 0.62 \quad (25a)$$

В задаче 2 параметрами оптимизации являются темп прироста доли инвестиций в ОП в инвестициях в ОФ экономики в целом ($dLn(aim_t)$), соотношение средней заработной платы в промышленности и средней заработной плате в финансовой деятельности (w_t). Ограничениями задачи 2 являются уравнения модели (8)–(21), а также ограничения (23а), (23б), (24), дополнительным ограничением является экзогенно заданный

темп прироста доли молодых специалистов, продолжающих работать по специальности после выпуска (c_t):

$$\sum_t (DET_t - SGE_t)^2 \rightarrow \min_{dLn(aim_t), w_t} \quad (22б)$$

$$dLnc_t = 0.05 \quad (25б)$$

В задаче 3 параметрами оптимизации являются темп прироста доли инвестиций в ОП в инвестициях в ОФ экономики в целом ($dLn(aim_t)$), темп прироста отношения средней заработной платы в промышленности к средней заработной плате в финансовой деятельности ($dLn(w_t)$); доля молодых специалистов, продолжающих работать по специальности после выпуска (c_t). Ограничения задачи 3 включают уравнения модели (8)–(21), ограничения (23а), (23б), (24), дополнительно введено ограничение на долю молодых специалистов, продолжающих работать по специальности после выпуска (c_t), исходя из предположения, что максимально возможное снижение оттока учитывает сохранение минимального порога в 20% специалистов, не работающих по специальности (в связи с продолжением образования, наличием естественной безработицы и по другим причинам):

$$\sum_t (DET_t - SGE_t)^2 \rightarrow \min_{dLn(aim_t), c_t, dLn(w_t)} \quad (22в)$$

$$c_t \leq 0.80 \quad (25в)$$

Экзогенными переменными при решении задач 1–3 являлись:

- численность занятых в экономике (L_t); прогнозные оценки были получены из прогноза МЭР до 2036 г.;
- численность выпуска специалистов со средним и высшим профессиональным образованием по всем специальностям и направлениям подготовки (G_t); прогнозные оценки были получены из прогноза ИС РАН;
- доля инвестиций в ОФ экономики в ВВП (a_t); предполагалось, что данная величина возрастет до 25% к 2024 г. и до 30% к 2030 г.;
- уровень загрузки производственных мощностей (Z_t); предполагается неизменным на уровне 2016 г., равным 66,8%.

Доля молодых специалистов, продолжающих работать по специальности после выпуска (c_t), предполагается неизменной на уровне 2016 г. в задаче 1, задается экзогенно (задача 2) и является параметром оптимизации в задаче 3.

Начальными условиями при решении задач являлись значения параметров доли инвестиций в ОФ ОП в инвестициях в ОФ экономики в целом ($aim_t = 0,14$), ОФ добывающей промышленности ($aiqt = 0,18$), ОФ производства и обеспечения газа, электроэнергетики и воды ($aidt = 0,06$), значение доли инвестиций в ОФ экономики в ВВП ($a_t = 0,19$).

Остальные начальные условия были получены по результатам моделирования с помощью модели (8)–(21).

Основные результаты решения оптимизационных задач сводятся к следующему.

В результате решения оптимизационной задачи 1 было показано, что достижение сбалансированности спроса и предложения труда ИТС с учетом оттока из специальности (на уровне 38% в 2017 г.) может быть достигнуто при повышении доли инвестиций в ОП в инвестициях в ОП экономики в целом с 14,2% в 2019 г. до 17,7% в 2030 г. при сохранении доли инвестиций в добывающие производства и производство и распределение газа, воды и электроэнергии на уровне 18,4% и 6,4% соответственно. В этом случае отношение средней заработной платы в промышленности к средней заработной плате в финансовой деятельности (w_t) возрастет с 0,43 в 2019 г. до 0,51 в 2030 г.

Результаты решения задачи 2 свидетельствуют о том, что достижение сбалансированности спроса и предложения труда ИТС при снижении оттока кадров ИТС из профессии, например, на 3 п.п. (до 35% к 2030 г.) возможно при одновременном росте отношения средней заработной платы в промышленности к средней заработной плате в финансовой деятельности (w_t) с 0,43 в 2019 г. до 0,52 в 2030 г. и доли инвестиций в ОП до 27% в 2030 г.

Результаты решения задачи 3 показывают, что достижение сбалансированности спроса и предложения труда ИТС при росте спроса на ИТС может быть достигнуто при росте отношения средней заработной платы в промышленности к средней заработной плате в финансовой деятельности (w_t) с 0,43 в 2019 г. до 0,59 в 2030 г. и снижении оттока кадров в другие отрасли и специальности (с 38% в 2019 г. до 20% к 2030 г.).

Таким образом, было показано, что достижение сбалансированности спроса и предложения труда ИТС возможно в результате развития промышленных производств, в первую очередь обрабатывающей промышленности, и повышения относительного уровня средней заработной платы в промышленности, что необходимо учитывать при разработке и реализации промышленной и макроэкономической политики.

3. Результаты и выводы

Проанализированы основные факторы, оказывающие влияние на численность занятых ИТС и выпуск специалистов инженерно-технических специальностей. Показано, что при моделировании показателей спроса и предложения труда ИТС необходимо учитывать влияние как развития промышленных производств, в первую очередь обрабатывающей промышленности, высокотехнологичных и среднетехнологичных производств, так и сектора услуг.

Разработана модель численности занятых ИТС, с помощью которой возможно проводить анализ и прогнозирование динамики численности занятых и выпуска ИТС без учета динамики макроэкономических показателей.

Разработаны динамические модели выпуска ИТС с учетом выпуска по другим направлениям подготовки. Показано, что шоковые воздействия могут приводить к изменению положения равновесия системы.

Разработана многомерная макроэкономическая модель для исследования сбалансированности спроса и предложения труда ИТС, сформулированы основные показатели и предложен подход к определению степени сбалансированности спроса и предложения труда ИТС. С помощью разработанной макроэкономической модели проведен сценарный анализ сбалансированности спроса и предложения труда ИТС на краткосрочную перспективу до 2024 г. с использованием сценариев Минэкономразвития (МЭР), а также исследованы условия достижения сбалансированности спроса и предложения труда ИТС на среднесрочную перспективу до 2030 г. на основе решения оптимизационных задач.

Проведенный анализ для различных сценариев развития экономики свидетельствует о вероятности сохранения несбалансированности спроса и предложения труда ИТС на краткосрочную перспективу при сохранении текущих тенденций. Возможность достижения относительной сбалансированности спроса и предложения труда ИТС существует для целевого сценария развития, предложенного МЭР, характеризующегося более высокими темпами роста промышленных производств.

В результате решения оптимизационных задач, в которых в качестве ограничений используются полученные при разработке моделей эконометрические зависимости, а также дополнительные ограничения на динамику численности молодых специалистов, продолжающих работать по специальности после выпуска, на динамику инвестиций в основные фонды промышленности, было показано, что возможность достижения сбалансированности спроса и предложения труда ИТС существует при реализации сценариев роста инвестиций в промышленность и повышения относительного уровня заработной платы в обрабатывающей промышленности при условии постепенного снижения оттока кадров из специальности.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

Работы, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Варшавский А.Е., Кочеткова Е.В. Проблемы дефицита инженерно-технических кадров // Экономический анализ: теория и практика, 32(431), 2015. с.2-16.
2. Варшавский А.Е., Кочеткова Е.В. Анализ показателей численности инженерно-технических специалистов в России // Экономический анализ: теория и практика, 9(456) - 2016 сентябрь, с.67-85.
3. Варшавский А.Е., Кочеткова Е.В. Моделирование показателей спроса и предложения инженерно-технических специалистов // Экономический анализ: теория и практика. – 2018. – Т. 17, № 5. – С. 886 – 905. DOI: 10.24891/ea.17.5.886

Работы, опубликованные в других научных изданиях

4. Кочеткова Е.В. Анализ приоритетных направлений и показателей инновационного развития с использованием межстрановых сопоставлений // Математика. Компьютер. Образование: Сб. научн. трудов. Выпуск 20. Том 2 / Анализ и моделирование экономических и социальных процессов. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2013. с. 73-80.
5. Кочеткова Е.В. Современные проблемы удовлетворения спроса на инженерно-технические кадры (на примере США, Канады, стран Европы) // Концепции, №2 (31), 2013. с. 56-66.
6. Кочеткова Е.В. Анализ показателей подготовки инженерно-технических кадров с учетом индикаторов инновационного развития // Анализ и моделирование экономических и социальных процессов / Математика. Компьютер. Образование: Сб. научн. трудов. Выпуск 21, № 2. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2014. – с.55-61.
7. Кочеткова Е.В. Анализ факторов, влияющих на численность инженерно-технических кадров // // Анализ и моделирование экономических и социальных процессов / Математика. Компьютер. Образование: Сб. научн. трудов (выпуск 22). № 3. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2015.
8. Кочеткова Е.В. Моделирование численности выпуска инженерно-технических специалистов (на примере США) // Анализ и моделирование экономических и социальных процессов / Математика. Компьютер. Образование: Сб. научн. трудов (выпуск 23). №4. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2016. с. 156-163.

9. Кочеткова Е.В. Социально-экономические факторы снижения выпуска инженерно-технических специалистов с учетом межстрановых сопоставлений // Концепции, №1 (35), 2016 г.
10. Кочеткова Е.В. Моделирование рынка труда инженерно-технических специалистов (на примере США) // Анализ и моделирование экономических и социальных процессов / Математика. Компьютер. Образование: Сб. научн. трудов (выпуск 24). № 5. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2017. с. 57-65.
11. Кочеткова Е.В. Выявление факторов профессиональной мобильности инженерно-технических специалистов в России в 2010–2016 гг. // Анализ и моделирование экономических и социальных процессов / Математика. Компьютер. Образование: Сб. научн. трудов. Выпуск 25. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2018. с. 97-105.
12. Кочеткова Е.В. Моделирование потребности в инженерно-технических специалистах для наукоемких отраслей (на примере аэрокосмической промышленности США) // Научно-практический журнал "Концепции", №1 (37), 2018, с.64-71.
13. Кочеткова Е. Модель численности занятых инженерно-технических специалистов в России // Вестник ЦЭМИ РАН. 2018. Выпуск 2 [Электронный ресурс]. Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://cemi.jes.su/s111111110000070-0-1> (дата обращения: 27.12.2018). DOI: 10.33276/S0000070-0-1
14. Кочеткова Е.В. Моделирование численности выпуска инженерно-технических специалистов // Анализ и моделирование экономических и социальных процессов / Математика. Компьютер. Образование: Сб. научн. трудов. Выпуск 26. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2019. с.141–149. DOI: 10.20537/mce2019econ13
15. Кочеткова Е.В. Подход к анализу степени возможной сбалансированности спроса и предложения труда инженерно-технических специалистов // Анализ и моделирование экономических и социальных процессов / Математика. Компьютер. Образование: Сб. научн. трудов. Выпуск 27. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2020. с.162–170. DOI: 10.20537/mce2020econ16