

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И. АРАБАЕВА**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.РАЗЗАКОВА**

**ДИССЕРТАЦИОННЫЙ СОВЕТ Д 05.21.640**

На правах рукописи

УДК: 519.92 + 681.142.2

**АСАНБЕКОВА НУРЗАТ ОРОЗОБЕКОВНА**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ  
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКИ ДЛЯ РЫНКА ТРУДА КР**

05.13.16 - применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях (по отраслям науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

Бишкек 2022

Работа выполнена на кафедре «Прикладная информатика» Кыргызского государственного университета им. И. Арабаева

Научный руководитель: Бийбосунов Болотбек Ильясович, доктор физико-математических наук, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Прикладная информатика», Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева

Официальные оппоненты: Скляр Сергей Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, руководитель программы (кафедры) «Прикладная математика и информатика», Американский Университет Центральной Азии

Тлебаев Манат Бейшенович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная информатика и программирование», Таразский региональный университет им. М. Дулати

Ведущая организация: Кафедра "Прикладная информатика" Института новых информационных технологий Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова

Защита состоится 11 февраля 2022 года в 15 часов на заседании диссертационного совета Д 05.21.640 Кыргызского государственного университета им. И. Арабаева и Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова по адресу: г. Бишкек, ул. Раззакова 51А, конференц-зал КГУ им. И. Арабаева.

Код вебинара: <https://vc.vak.kg/b/d05-xy8-8iw-xsw>

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеках Кыргызского государственного университета им. И. Арабаева по адресу: г. Бишкек, ул. Раззакова, 51 и Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова по адресу: г. Бишкек, пр-т Ч. Айтматова 66 и на сайте НАК КР: <https://vak.kg>

Автореферат разослан «10» января 2022 года

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор технических наук, доцент

Курманбек уулу Т.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы.** Процесс построения в Кыргызстане социально-экономической системы, основанной на принципах современной рыночной экономики, сопровождается глубокими кризисными явлениями, приобретающими системный характер. В социальной структуре общества произошли глубокие изменения, наблюдается социальное расслоение, и значительная часть населения оказалась в бедности.

Большое теоретическое и научно-практическое значение приобретают исследования состояния и конъюнктуры рынка труда, проблемы роста безработицы и трудовой миграции, анализ их основных порождающих факторов на основе математических методов и моделей, информационных технологий и новых методов машинного обучения, которые относятся к основным элементам искусственного интеллекта.

Таким образом, экономико-математический и эконометрический анализ с применением новых информационных технологий современного рынка труда Кыргызстана является актуальной и важной научно-теоретической и научно-прикладной задачей.

**Связь темы диссертации с приоритетными научными направлениями, проводимыми образовательными и научными учреждениями.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ кафедры «Прикладная информатика» КГУ им. И. Арабаева. Основные результаты диссертации получены в ходе выполнения Государственных программ, включенных в приоритетные научные направления и финансируемых Министерством образования и науки КР:

1. НИР «Моделирование и построение социально-экономических профилей регионов Кыргызстана методами экономической кибернетики» (сроки выполнения: 2009-2010 гг.).
2. НИР «Эконометрическое исследование и прогнозирование региональных экономик Кыргызстана» (сроки выполнения: 2012 г.).
3. НИР «Разработка методов моделирования и компьютерной системы для макроэкономического анализа и прогноза региональных экономик КР» (сроки выполнения: 2013-2014 гг.).
4. НИР «Разработка и создание новых информационных технологий и интеллектуальной экспертной системы для сферы АПК КР» (сроки выполнения: 2017- 2018 гг.).
5. НИР «Моделирование и прогнозирование в сфере АПК КР с применением интеллектуальных систем, Python технологий и нейронных сетей» (сроки выполнения: 2019-2021 гг.).

**Цель и задачи исследования.** Основная цель диссертационной работы заключается в системном подходе на основе математического моделирования, эконометрических методов прогнозирования, с применением информационных технологий и методов машинного обучения к анализу и прогнозу рынка труда Кыргызстана. В рамках поставленной цели были сформулированы и решены следующие основные задачи:

- Методами математического моделирования исследуется современный рынок труда Кыргызстана, его конъюнктура и динамика, основные характеристики и особенности.

- Предложены математические модели и методы для анализа рынка труда КР, а также математические модели с учетом гендерной составляющей. На базе теории межотраслевого баланса разработаны и решены новые балансовые модели трудовых ресурсов, занятости и безработицы с учетом внешней и внутренней трудовой миграции, а также балансовые модели для женского сегмента рынка труда КР.

- Исследуется занятость и отраслевая сегрегация, особенности вертикальной и горизонтальной сегрегации, анализируется отраслевая асимметрия, сложившаяся в экономике Кыргызстана, и ее особенности.

- На основе теории математической экономики изучается рост безработицы, дается анализ и прогноз безработицы в территориальном и социальном разрезе, определяются основные факторы, обуславливающие рост уровня общей безработицы, в том числе женской безработицы.

- Методами машинного обучения и регрессионного и факторного анализа исследуется влияние основных макроэкономических факторов на уровень занятости и безработицы, а также рост безработицы на общенациональном и региональном уровне, построены вероятностные прогнозные модели для анализа, оценки и прогноза занятости и безработицы, включая гендерную компоненту.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в следующем:

- Предложена методика для анализа и мониторинга рынка труда, количественного и качественного анализа и прогноза динамики занятости и безработицы, состояния трудовых ресурсов в КР, основанная на методах математического моделирования и информационных технологий.

- Предложены экономико-математические методы и модели для исследования и анализа основных показателей рынка труда. Полученные результаты позволяют провести мониторинг и вычислительные эксперименты для основных показателей рынка труда КР на макроэкономическом уровне.

- На основе теории межотраслевого баланса разработаны и решены новые балансовые модели трудовых ресурсов, занятости и безработицы с учетом внешней и внутренней трудовой миграции, а также балансовые модели с учетом гендерной составляющей.

- Разработаны линейные и нелинейные прогнозные модели для основных показателей рынка труда, проведены численные эксперименты по моделям линейного и нелинейного регрессионного и факторного анализа.

- Установленные математические зависимости занятости и безработицы от основных макроэкономических факторов (ВВП, заработная плата, объемы промышленной и сельскохозяйственной продукции, экспорт, импорт и др.) в виде моделей регрессионного и факторного анализа.

- Впервые на основе теории машинного обучения предложены методы и модели для прогнозирования основных показателей рынка труда, рассмотрены

методы и алгоритмы дерева решений, опорных векторов, метод регуляризации А.Н. Тихонова и другие. Разработаны новые приложения на языке Python с использованием математических библиотек и визуализации данных для прогнозирования рынка труда.

- Разработан специализированный веб-сайт и информационная система для проведения математических и эконометрических исследований основных показателей национального рынка труда (трудовые ресурсы, занятость, отраслевая сегрегация, безработица). Данная система включает в себя базы данных по основным макроэкономическим показателям, данные по рынку труда, экономико-математические и прогнозные модели, вычислительные алгоритмы и пакеты прикладных программ.

**Практическая значимость полученных результатов.** Предложенные в диссертационной работе результаты и экономико-математические модели для анализа и прогнозирования рынка труда могут быть использованы государственными органами и службами занятости, а также при разработке документов законодательного, нормативного и прогнозного характера для стабилизации обстановки в области занятости. Предложенные в диссертации экономико-математические модели, вероятностные прогнозные модели и численные алгоритмы реализованы в виде информационной системы и пакетов прикладных программ и являются готовыми программными продуктами для заинтересованных пользователей.

Они могут быть использованы также в качестве учебных пособий по экономико-математическим методам и моделям, а также информационным системам в экономике и системам искусственного интеллекта, в частности, машинного обучения.

**Экономическая значимость полученных результатов.** Значимость данной категории заключается в разработанных в диссертации информационных систем, использованием методов математической экономики и представленных математических моделей и методов, моделей и алгоритмов машинного обучения в процессе принятия управленческих решений для развития и мониторинга рынка труда КР.

**Основные положения, выносимые на защиту.**

- Методика анализа и мониторинга рынка труда, занятости и безработицы, основанная на системном подходе, методах математического моделирования, на современных методах машинного обучения.

- Результаты исследования в виде экономико-математических моделей для национального рынка труда, занятости и безработицы в целом по КР и по регионам, а также построенные путем линейной и нелинейной аппроксимации функции общей занятости и безработицы, а также с учетом гендерной компоненты.

- Информационные технологии и информационная система «Рынок труда КР» и новые методы прогнозирования основных показателей рынка труда на основе машинного обучения, как основных элементов искусственного интеллекта.

- Модели, алгоритмы, компьютерные приложения на языке Python с использованием математических библиотек и визуализации данных для прогнозирования основных характеристик рынка труда КР.

**Личный вклад соискателя.** Все результаты по диссертационной работе выполнены соискателем - проведение самостоятельных исследований, получение научных результатов, их анализ и формулировка основных выводов. Формулировка общей цели работы, постановка научно практических задач, общая методология исследования выполнены под научным руководством профессором Б.И. Бийбосуновым.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения и результаты диссертационной работы были доложены и обсуждены:

- Международная научная конференция «Актуальные проблемы механики и машиностроения», Алматы, 2014 г.

- Международная научно-практическая конференция «Качественное образование, передовая наука, зеленая экономика - будущее планеты», Алматы, 2014 г.

- Международная научная конференция «Современные проблемы обучения физики, математики, информатики и актуальные задачи прикладной информатики», Бишкек, 2017 г.

- IV Международная научная конференция, посвященная 90-летию профессора Р. Усубакунова, Бишкек, 2019 г.

- Международная научная конференция «Перспективы развития вузовской науки», Сочи, 2021 г.

- на научных семинарах КГУ им. И. Арабаева и кафедры «Прикладная информатика».

**Полнота публикации результатов.** Результаты исследований и положения, отражающие основное содержание диссертационной работы, опубликованы в 11 научных работах, в том числе в научных журналах за пределами КР, которые входят в базы данных РИНЦ и имеют не нулевой импакт – фактор.

**Структура диссертации.** Работа содержит введение, три главы, заключение, список научной литературы. Диссертация изложена на 153 страницах машинописного текста, содержит 14 таблиц, 35 графиков, диаграмм и рисунков, а также содержит Приложения, в которых приведены таблицы с данными, результаты математического моделирования и численные расчеты.

Автор выражает глубокую признательность научному руководителю профессору Б. И. Бийбосунову за совместную научную работу, а также членам кафедры «Прикладная информатика» КГУ им. И. Арабаева за ценные советы и направления при работе над диссертацией и обсуждении результатов исследований.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введение** описывается обоснование актуальности темы диссертации, сформулированы цели, задачи диссертационной работы, раскрыты научная

новизна, практическая значимость результатов диссертации, апробация, публикации, внедрение основных результатов работы, представлены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Обзор литературы и предметной области» приведен краткий обзор развития мировой экономической мысли, современных экономических теорий (рисунок 1), развития экономических систем и их моделей, а также описание роли и значения теории рынка труда в современных экономических концепциях. Показаны основные модели рынка труда, его роль и значение в современной экономической науке.



Рисунок 1. Основные направления экономической теории.

Рассмотрены самые распространенные на сегодняшний день экономические системы (англосаксонская модель, рейнская модель, исламская модель, конфуцианская модель, скандинавская модель).

Изложены современные тенденции экономического развития в современном мире. Показано, что на смену индустриальному пониманию экономики приходит новое понятие - это постиндустриальная экономика.

Во второй главе «Методология и методы исследования» рассмотрено современное состояние теории и методологии экономико-математического моделирования. Экономико-математические модели, наряду с информационными системами, представляются в настоящее время неотъемлемыми инструментами теоретической и практической экономики. Показано, что развитие теории экономико-математического моделирования относится к фундаментальным основам экономических исследований.

Изложены краткие методологические основы и базовые понятия теории занятости. Именно категория занятости в большей мере характеризует проблемы функционирования экономически активного населения относительно вещественных факторов производства.

Изложены основы и основные понятия безработицы. Приведены все основные виды и основные типы безработицы. Показаны присущие современному социально – экономическому состоянию КР основные типы общей и

женской безработицы, а также основные факторы, определяющие высокий уровень безработицы.

Показано, что безработица имеет гендерный характер: большинство, как среди официально зарегистрированных, так и в общей численности безработных составляют женщины, причем за весь исследуемый период с 1992 по 2020 годы.

**Третья глава «Математические модели и информационные технологии для рынка труда КР»** посвящена математической постановке задачи, ее решению и прогнозу рынка труда. А также применению информационных технологий и методов машинного обучения для рынка труда.

Пусть имеется  $n$  – регионов Кыргызстана и количество экономически активного или трудоспособного населения. Пусть имеется  $m$  - отраслей экономики и численность занятых по отраслям в каждом регионе, а также задано количество безработных и известны данные о трудовой миграции за рубеж. Тогда можно составить следующую межотраслевую и межрегиональную таблицу общей занятости:

Таблица 3.1.

Динамический межотраслевой баланс трудовых ресурсов

Ре- гион	Кол-во мигран- тов	Трудоспособ- ное население	Отрасли экономики			Кол-во безработ- ных
			1	...	m	
1	$P_1$	$Q_1$	$q_{11}$	...	$q_{1m}$	$Q_1$
2	$P_2$	$Q_2$	$q_{21}$	...	$q_{2m}$	$Q_2$
...	...	...	...	...	...	...
n	$P_n$	$Q_n$	$q_{n1}$	...	$q_{nm}$	$Q_n$

Здесь приняты следующие обозначения:  $P_1, P_2, \dots, P_n$  – количество рабочих силы, покинувшей республику по регионам;  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  - численность трудоспособного населения в регионах;  $q_{11}$  – численность занятых в отрасли 1 по региону 1;  $q_{12}$  - численность занятых в отрасли 2 по региону 1;  $q_{1m}$  - численность занятых в отрасли m по региону 1; в общем случае  $q_{ij}$  – численность занятых в i-ой отрасли по j-му региону; наконец,  $q_1, q_2, \dots, q_n$  – количество безработных по регионам. Тогда в результате мы получим n следующих уравнений:

$$Q_1 = q_{11} + q_{12} + \dots + q_{1m} + q_1 - P_1$$

$$Q_2 = q_{21} + q_{22} + \dots + q_{2m} + q_2 - P_2$$

.....



$$Q_n = q_{n1} + q_{n2} + \dots + q_{nm} + q_n - P_n \quad (3.1)$$

Систему уравнений (3.1) назовем *системой балансовых уравнений общей занятости с учетом внешней трудовой миграции*. Теперь в нашу модель введем следующие коэффициенты:

$$a_{11} = \frac{q_{11}}{Q_1}, \quad a_{12} = \frac{q_{12}}{Q_1}, \quad \dots, \quad a_{ij} = \frac{q_{ij}}{Q_j} \quad (i=\overline{1, n}; j=\overline{1, m}) \quad (3.2)$$

которые выражают отношение числа занятых в каждой отрасли к числу трудоспособного населения соответствующего региона, т.е. мы получим уровень общей занятости.

Таким образом, наши коэффициенты  $a_{ij}$  есть ни что иное, как показатели уровня занятости в каждой выбранной отрасли экономики, по каждому региону и они образуют следующую матрицу:

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{vmatrix} \quad (3.3)$$

Построенная нами матрица (3.3) определяет уровень общей занятости по отраслям и регионам, поэтому назовем ее *матрицей общей занятости*. Используем теперь соотношения (3.1), (3.2) и (3.3). При этом для простоты выкладок будем считать  $n = m$ .

Далее, применяя матричную форму записи:

$$\begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \dots \\ q_n \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

получим матричное уравнение следующего вида:

$$Q = AQ + q \quad \text{или} \quad Q - AQ = q \quad (3.5)$$

Тогда из последнего уравнения имеем:

$$(I - A)Q = q \quad (3.6)$$

Здесь  $I$  – единичная матрица,  $Q$  и  $q$  – векторы-столбцы.

Остановимся теперь на некоторых промежуточных итогах. Построенные балансовые модели общей занятости и безработицы с учетом эмиграции рабочей силы дают следующие результаты.

Решение уравнения (3.6) относительно  $q$  позволяет определить уровень общей безработицы при заданной численности занятых по регионам в основных отраслях экономики, а также при известном количестве трудоспособного населения и заданном показателе внешней миграции. Кроме того, построенные модели и полученные решения дают возможность разработать различные варианты занятости в основных отраслях и регионах, а также исследовать поведение уровня общей безработицы.

*Балансовая модель для женского рынка труда.*

Построим схему межотраслевого баланса применительно к женскому сегменту рынка труда. Алгоритм действий по построению балансовой модели для женской занятости и безработицы аналогичен вышеприведенным рассуждениям. Строится МОБ аналогичный приведенному в таблице 3.1

Пусть имеется  $n$  – регионов и количество экономически активного или трудоспособного женского населения. Пусть имеется  $m$  - отраслей экономики и численность занятых женщин по отраслям в каждом регионе, а также задано количество безработных женщин и известны данные о женской трудовой миграции за рубеж.

В балансовой модели меняются только переменные: приняты следующие обозначения:  $P_1, P_2, \dots, P_n$  – количество женской рабочей силы, покинувшей республику по регионам;  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  - численность трудоспособного женского населения в регионах;  $q_{11}$  – численность занятых женщин в отрасли 1 по региону 1;  $q_{12}$  - численность занятых женщин в отрасли 2 по региону 1;  $q_{1m}$  - численность занятых женщин в отрасли  $m$  по региону 1; в общем случае  $q_{ij}$  – численность занятых женщин в  $i$ -ой отрасли по  $j$ -му региону; наконец,  $q_1, q_2, \dots, q_n$  – количество безработных женщин по регионам. Далее решение уравнения по модели относительно  $q$  позволяет определить уровень женской безработицы при заданной численности занятых женщин в отраслях экономики, а также при известном количестве трудоспособного женского населения и заданном показателе внешней женской миграции

*Оптимизационные модели рынка труда.*

Следующий класс оптимизационных моделей связан с условной оптимизацией. Рассмотрим задачу условной оптимизации для рынка труда. В качестве целевой функции выбираем общую занятость  $x_j$ . Предлагается следующая оптимизационная модель классического вида:

$$\sum_{j=1}^n x_j \rightarrow \max, \quad j = \overline{1, n} \quad (3.7)$$

$$\sum_{j=1}^m a_{i,j} x_j \otimes b_i \quad (i = \overline{1, m}) \quad (3.8)$$

$$X_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n} \quad (3.9)$$

Здесь символ  $\otimes$  - обозначает отношение  $\leq$ ,  $\geq$  или  $=$ . Теперь рассмотрим условие (3.19). Здесь матрица  $a_{i,j}$  – представляет собой матрицу технологических коэффициентов и отражает способ техники производства. Вектор-столбец  $b_i$  - представляет собой объем конечной продукции по всем основным отраслям экономики.

Рассмотрим теперь постановку вероятностных оптимизационных моделей, где в качестве целевой функции выступает общая или женская безработица.

Оптимизационная регрессионная модель имеет следующий вид:  
найти:

$$y_{jk} = a_{0j} + \sum a_{ij} \cdot x_{ik} \rightarrow \min \quad (3.10)$$

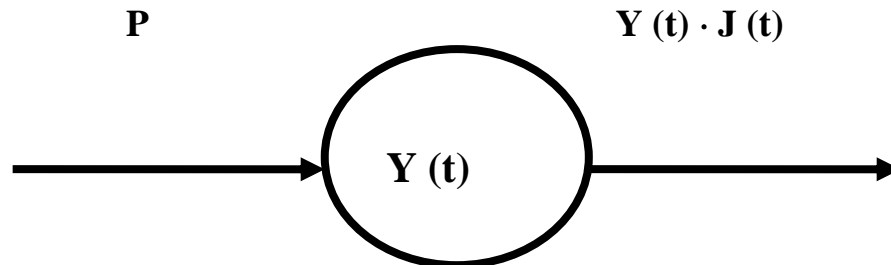
при следующих ограничениях:

$$\begin{aligned} c_{ik}^0 &\leq x_{ik} \leq c_{ik}^1 \\ b_{jk}^0 &\leq a_{0j} + \sum a_{ij} \cdot x_{ik} \leq b_{jk}^1 \end{aligned} \quad (3.11)$$

В данной модели используются регрессионные уравнения относительно целевой функции, условия ограничения также образуются такими уравнениями.

*Модель обеспечения занятости региональных рынков труда.*

Для проблемы обеспечения полной занятости на региональных рынках труда, с целью исследования динамики общей занятости можно сформулировать и решить следующую экономико-математическую модель.



Здесь показан процесс насыщения рынка труда за счет создания новых рабочих мест и выхода на рынок новых трудовых ресурсов.

Выбытие трудовых ресурсов определяется интенсивностью  $J(t) = 1 / K$ .

Далее, изменение численности занятого населения на рынке труда региона в промежуток времени  $\Delta t$  определяется соотношением  $P \cdot \Delta t$ . Тогда можно записать уравнение баланса численности занятых в следующем виде:

$$\Delta y = y(t + \Delta) - y(t) = P \cdot \Delta t - j(t) \cdot y(t) \cdot \Delta t$$

После несложных математических преобразований, переходя к пределу при  $\Delta t$  стремящемуся к нулю, получим дифференциальное уравнение, которое описывает ежегодное состояние занятости на региональном рынке труда.

$$y' = P - j(t) \cdot y(t) \quad (3.12)$$

Для решения построенной модели применяется явный метод Эйлера, для реализации которого строится расчетная сетка и дифференциальное уравнение (3.12) записывается в виде конечно-разностного уравнения:

$$\begin{aligned} y_{i+1} &= y_i + \tau \cdot f(y_i, t_i) \\ f(y, t) &= P - j(t) \cdot y(t) \end{aligned} \quad (3.13)$$

С помощью данной математической модели можно при выбранных параметрах задачи и при принятых предпосылках определить и отследить динамику рынка труда в конкретном регионе, определить максимальное количество занятых работников в данном регионе, а также вычислить момент стабилизации рынка труда в регионе.

Рассмотрим теперь основные регрессионные модели, используемые в диссертационной работе.

В случае парной линейной корреляции математическая модель представляется в следующем виде:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x \quad (3.14)$$

где  $y$  - эндогенная переменная (например, уровень безработицы или занятости);  $x$  - экзогенная переменная,  $b_0$  и  $b_1$  - вычисляемые коэффициенты уравнения регрессии.

Следующая регрессионная модель анализирует взаимосвязь результативных признаков с факторными признаками с помощью параболической или квадратичной регрессии вида:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2 \quad (3.15)$$

На очередном этапе нашего эконометрического анализа строятся соответствующие модели, которые основываются на гиперболической регрессии:

$$y = b_0 + b_1 / x \quad (3.16)$$

Дальнейшие наши исследования включают в себя эконометрический анализ на базе уравнения степенной регрессии:

$$y = b_0 \cdot x^{b_1} \quad (3.17)$$

Процесс корреляционно-регрессионного анализа продолжается построением модели логарифмической регрессии, описываемой уравнением:

$$y = b_0 + b_1 \cdot \lg x \quad (3.18)$$

Разработанная в диссертационной работе методика прикладного эконометрического анализа и прогнозирования завершается построением модели показательной регрессии:

$$y = b_0 \cdot b_1^x \quad (3.19)$$

Отметим, что по приведенным регрессионным моделям сначала анализируем ряды безработицы и занятости, поэтому:  $y$  - эндогенная переменная безработицы или занятости;  $x = t$  - время (год, полугодие, квартал или месяц). Затем по этим моделям переходим к анализу парной регрессии безработицы и занятости в зависимости от основных макроэкономических показателей. В заключительной части строим модели множественной регрессии.

### ***Регрессионный анализ безработицы.***

Проведем анализ официальной безработицы с 1992 по 2020 годы, как по годам, так по полугодиям и кварталам, а также по месяцам, применяя регрессионные модели (3.14) - (3.19).

#### ***Пример прогноза безработицы.***

1. Линейная модель безработицы по годам:

$$y_t = 2054,59 \cdot t + 11452,9 \quad (3.20)$$

2. Линейная модель безработицы по полугодиям:

$$y_t = 845,9 \cdot t + 17125,5 \quad (3.21)$$

3. Линейная модель безработицы по кварталам:

$$y_t = 550,9 \cdot t + 11352,3 \quad (3.22)$$

Здесь показаны три линейные модели, в которых безработица зависит от времени (за 1992 - 2020 годы), причем, время по годам (29 точек), полугодиям (58 точек) и кварталам (116 точек). Чтобы построить прогноз на 2021 год, надо в уравнении (3.20) вместо времени  $t$  подставить очередной номер временного периода  $t = 30$ , тогда получим следующее значение безработицы в 2021 году:

$$y_t = 2054,59 \cdot 15 + 11452,9 \approx 58\,710 \text{ (безработных)}$$

Для построения прогноза на 2022 год надо взять  $t = 31$ , тогда получим:

$$y_t = 2054,59 \cdot 16 + 11452,9 \approx 59\,000 \text{ (безработных)}$$

Чтобы составить прогноз на любой год вперед, необходимо присвоить времени соответствующее целое значение и вычислить (3.20).

В модели по полугодиям (3.21) для построения прогноза на 1 полугодие 2021 года, надо взять  $t = 59$ , тогда получим:

$$y_t = 845,9 \cdot 29 + 17125,5 \approx 55\,196 \text{ (безработных)}$$

Для прогноза на 2 полугодие 2021 года  $t = 60$ , тогда имеем:

$$y_t = 845,9 \cdot 30 + 17125,5 \approx 56\,050 \text{ (безработных)}$$

Чтобы составить прогноз на любое полугодие вперед, необходимо присвоить времени соответствующее целое значение и вычислить (3.21).

В модели по кварталам (3.22) для построения прогноза на 1 квартал 2021 года, надо взять  $t = 117$ , тогда получим:

$$y_t = 550,9 \cdot 57 + 11352,3 \approx 60\,400 \text{ (безработных)}$$

Для прогноза на 1 квартал 2022 года  $t = 120$ , тогда имеем:

$$y_t = 550,9 \cdot 61 + 11352,3 \approx 60\,950 \text{ (безработных)}$$

Аналогичным образом, для прогноза на любой квартал вперед, надо задать нужное значение переменной времени и вычислить (3.22).

1. Линейная модель имеет вид:

$$y_t = 845,9 \cdot t + 17125,5$$

2. Параболическая модель безработицы:

$$y_t = 3800,8 + 3510,9 \cdot t - 91,9 \cdot t^2$$

3. Гиперболическая модель имеет вид:

$$y_t = 35771,7 - 45491,9 / t$$

4. Степенная регрессионная модель примет вид:

$$y_t = 3047,8 \cdot t^{0,85}$$

5. Логарифмическая модель запишется:

$$y_t = 3426,1 + 24659,06 \cdot \lg t$$

6. Наконец, построение модели показательной регрессии:

$$y_t = 9429,5 \cdot 1,066^t$$

Понятно, что для построения прогноза по приведенным моделям, достаточно подставить значение времени  $t$  - требуемый номер полугодия ( $t > 58$ ) и вычислить соответствующую модель.

Таблица 3.2

Прогноз общей женской безработицы по Кыргызстану  
(результаты регрессионного анализа по 6 моделям)

Типы моделей $y$ – женская безработица $t$ – время	Прогноз на 2021 г	Прогноз на 2022 г	Прогноз на 2023 г	Прогноз на 2024 г
$y = 8060,5 \cdot t + 1575,6$	128 563	136 623	144 684	152 744
$y = 5168 + 12280 \cdot t - 301,4 \cdot t^2$	118 015	116 387	124 493	126 827
$y = 97953,6 - 105526 / t$	90 416	90 918	91 358	91 746
$y = 15112 \cdot t^{0,81}$	128 447	135 838	143 136	150 349
$y = 1481,8 + 93784 \cdot \lg t$	108 970	111 780	114 409	116 878
$y = 22410 \cdot 1,16^t$	169 860	196 301	226 859	262 173

Таблица 3.3

Прогноз официальной безработицы по Кыргызстану  
(результаты регрессионного анализа по 6 моделям)

Типы моделей y – офиц. безработица t – время	Прогноз на 1 п/г 2021	Прогноз на 2 п/г 2021	Прогноз на 1 п/г 2022	Прогноз на 2 п/г 2022
$y = 1744 \cdot t + 27882$	78 460	80 204	81 948	83 692
$y = 5839 + 6153 t - 152 t^2$	56 416	53 600	50 479	47 054
$y = 65142 - 85348 / t$	62 199	62 297	62 388	62 474
$y = 4389 \cdot t^{0,94}$	102 303	105 598	108 886	112 167
$y = 2509 + 48112 \cdot \lg t$	72 868	73 576	74 261	74 925
$y = 14915 \cdot 1,1^t$	120 368	129 354	139 012	149 391

Таблица 3.4

Прогноз общей безработицы по Кыргызстану  
(результаты регрессионного анализа по 6 моделям)

Типы моделей y – общая безработица t – время	Прогноз на 2021 г	Прогноз на 2022 г	Прогноз на 2023 г	Прогноз на 2024 г
$y = 15885,8 \cdot t + 16932,5$	239 334	255 219	271 105	286 991
$y = 1660 + 21992 t - 436 t^2$	224 067	233 410	241 881	249 479
$y = 177533,9 - 201945 / t$	163 109	164 071	164 912	165 655
$y = 20777,8 \cdot t^{0,9}$	244 957	261 278	277 521	293 711
$y = -9241 + 182337,5 \cdot \lg t$	199 741	205 204	210 315	215 116
$y = 32679 \cdot 1,18^t$	338 542	400 071	472 782	558 708

Анализ прогноза общей безработицы также показал однозначную тенденцию неуклонного роста, как и для официально зарегистрированной безработицы. Аналогичные выводы по численным экспериментам можно сделать и для женской безработицы, как официально зарегистрированной, так и общей.

*Регрессионный анализ занятости.*

1. Линейная модель женской занятости:

$$y = -0,3 \cdot t + 796,9$$

Данная модель построена по годам за период 1992 – 2020 гг. Для построения прогноза на 2021 – 2022 годы, достаточно подставить в уравнение регрессии целое значение времени  $t$  ( $t > 29$ ). В 2021 году женская занятость будет составлять:

$$y = -0,3 \cdot 23 + 796,9 = 792,1 \text{ (тысяч занятых женщин)}$$

Прогноз женской занятости на 2022 год:

$$y = -0,3 \cdot 24 + 796,9 = 791,8 \text{ (тысяч занятых женщин)}$$

2. Линейная модель общей занятости:

$$y = 21,7 \cdot t + 1573,6$$

Эта модель также построена по годам за тот же период 1992 – 2020 гг. Для построения прогноза на любой будущий период, достаточно подставить целое значение  $t$  ( $t > 29$ ) и вычислить уравнение регрессии. В 2021 году общая занятость составит:

$$y = 21,7 \cdot 23 + 1573,6 = 1920,8 \text{ (тысяч занятых женщин)}$$

Прогноз общей занятости на 2022 год будет следующим:

$$y = 21,7 \cdot 24 + 1573,6 = 1942,5 \text{ (тысяч занятых женщин)}$$

В таблице 3.5 показаны все регрессионные модели для общей занятости, а также прогнозные значения по годам.

Анализ женской занятости показал, что она составляет меньше половины от общего числа занятых, в то время, как женская безработица, как уже отмечалось, наоборот, составляет большую часть безработных. При этом, женская занятость имеет тенденцию к уменьшению, а женская безработица, напротив, растет. Из таблицы 3.8 видно, что пять регрессионных моделей прогнозируют уменьшение занятых женщин в 2021-2022 гг.

Таблица 3.5

Прогноз общей занятости по Кыргызстану

(результаты регрессионного анализа по 6 моделям)

Типы моделей $y$ – общая занятость $t$ – время	Прогноз на 2021 г тыс. чел	Прогноз на 2022 г тыс. чел	Прогноз на 2023 г тыс. чел	Прогноз на 2024 г тыс. чел
$y = 21,7 \cdot t + 1573,6$	1877,4	1899,0	1920,8	1942,5
$y = 1600 + 11,3 t + 0,7 t^2$	1903,3	1936,1	1970,4	2006,1
$y = 1786 - 247,4 / t$	1768,3	1769,5	1770,5	1771,5
$y = 1555,3 \cdot t^{0,06}$	1818,2	1825,6	1832,6	1839,2



$y = 1549,4 + 233,7 \cdot \lg t$	1817,3	1824,3	1830,8	1837,0
$y = 1578,5 \cdot 1,01^t$	1881,7	1905,5	1929,6	1953,9

Другие три модели (гиперболическая, степенная и логарифмическая) дают прогнозные значения ниже, чем в 2021 году.

Таблица 3.6

Прогнозные значения женской и общей занятости (тысяч человек)

Прогнозные значения	Прогноз на 2021 год: <b>minimum</b>	Прогноз на 2021 год: <b>maximum</b>	Прогноз на 2022 год: <b>minimum</b>	Прогноз на 2022 год: <b>maximum</b>
Женская занятость	776,2	906,0	769,4	937,8
Общая занятость	1770,5	1970,4	1771,5	2006,1

Если сравнить минимальные значения женской и общей занятости, ожидаемые в 2021 году, то занятые женщины будут составлять лишь 38 % в общем числе занятых. Процентное соотношение минимальных значений на 2022 год составляет 37,8 %, то есть доля занятых женщин будет сокращаться.

*Регрессионный анализ женской отраслевой занятости.*

Большое значение имеет анализ и прогнозирование отраслевой женской занятости. С этой целью были выделены 10 основных отраслей экономики КР, и в нашу информационную систему занесены данные по женской занятости в этих отраслях за период с 1992 по 2019 годы. На основе этого был проведен регрессионный анализ женской занятости и построены шесть типов моделей вида (3.14) – (3.19) для каждой отрасли (всего 60 моделей).

*Модели множественной регрессии.*

Рассмотрим проблемы безработицы и занятости в зависимости от основных макроэкономических показателей.

Опустим технику вычислений и промежуточные результаты численных расчетов (в Приложении показаны все необходимые статистики, степень достоверности и т.д.), а сразу покажем построенное уравнение множественной регрессии для безработицы, полученное по годовым значениям:

$$Y = -8667,02 - 1,8 \cdot X_1 - 22,8 \cdot X_2 - 13,04 \cdot X_3 + 63,8 \cdot X_4 + 1,4 \cdot X_5 + 3,0 \cdot X_6 \quad (3.23)$$

Уравнение множественной регрессии для женской безработицы, полученное по полугодовым значениям имеет вид:

$$Y = -16456,7 - 1,04 \cdot X_1 - 32,5 \cdot X_2 + 86,7 \cdot X_3 + 44,1 \cdot X_4 + 0,8 \cdot X_5 - 0,8 \cdot X_6$$

(3.24)

Наконец, модель множественной регрессии для безработицы, полученная по квартальным значениям, запишется в виде:

$$Y = -8352,5 + 1,2 \cdot X_1 - 23,0 \cdot X_2 + 164,9 \cdot X_3 + 55,4 \cdot X_4 + 0,8 \cdot X_5 - 0,8 \cdot X_6 \quad (3.25)$$

Здесь во всех моделях приняты следующие обозначения:  $Y$  – безработица,  $X_1$  – значения ВВП,  $X_2$  – заработная плата,  $X_3$  – экспорт,  $X_4$  – импорт,  $X_5$  – объем промышленной продукции,  $X_6$  – объем сельхоз продукции.

*Расчет временных рядов безработицы и занятости.*

Основными моделями для анализа и прогноза динамических рядов будут выступать следующие полиномиальные уравнения:

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t \quad (3.426)$$

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 \quad (3.27)$$

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 \quad (3.28)$$

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4 \quad (3.29)$$

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4 + a_5 t^5 \quad (3.30)$$

Здесь  $\bar{Y}_t$  – ряды безработицы или занятости,  $t$  – временной период, коэффициенты полинома  $a_i$  – вычисляются в ходе анализа.

На следующих рисунках 2–3 приведены скриншоты макросов на языке Visual Basic v.6.0 для применения в табличном процессоре Excel.

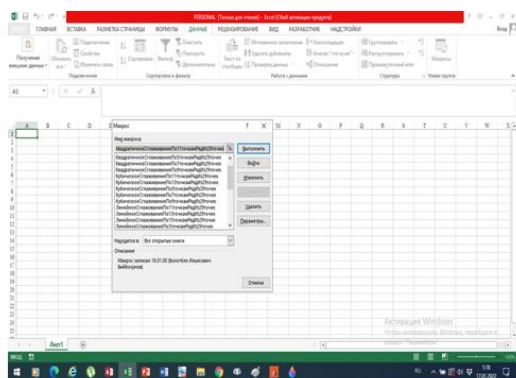


Рисунок 2. Скриншот списка макросов для квадратичного, кубического и анализа временных рядов макропоказателей

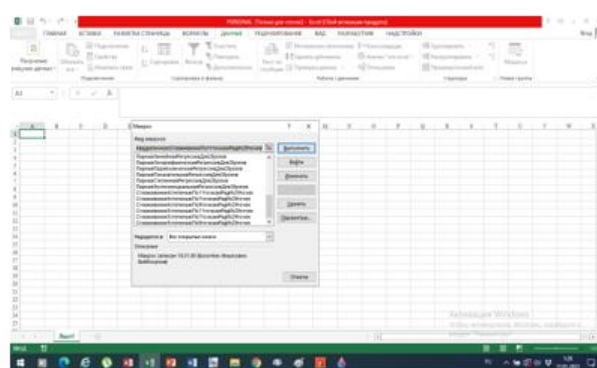


Рисунок 3. Скриншот списка макросов для анализа и прогноза динамических рядов основных макроэкономических показателей

Для решения поставленных задач по применению машинного обучения с учителем применяется следующий основной программный инстру-

ментарий: язык программирования Python, фреймворк Django для веб-приложений на языке Python, математические библиотеки для Python: библиотека Math; библиотека Statsmodel; библиотека машинного обучения Scikit-learn в Python, Matplotlib для Python.

### *Предварительное исследование базы данных*

Рассмотрим построенную базу данных, которая содержит значения ВВП, объемы промышленной и сельхоз продукции, заработной платы, экспорта и импорта.

Out[3]:

	Gody	VVP	V_Industrial_Prod	V_Village_Prod	Salary	Export_Prod	Import_Prod	Employment
0	1992	741.3	577.6	372.7	13.6	317.0	420.7	1835.9
1	1993	5354.7	3423.9	3026.8	83.8	348.3	497.5	1680.6
2	1994	12019.2	7410.5	7012.7	233.4	372.7	497.2	1645.4
3	1995	16145.1	7126.4	9738.2	368.2	448.0	726.0	1641.7
4	1996	23399.3	9997.9	15526.6	490.9	562.7	1031.9	1651.5

Рисунок 4. Скриншот базы данных

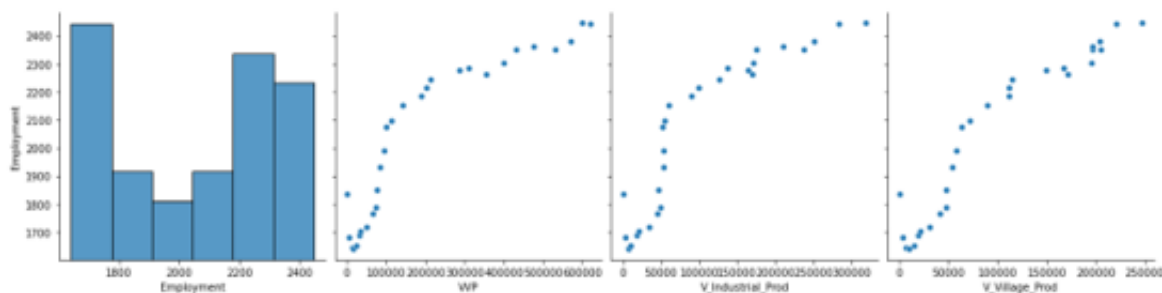


Рисунок 5. Распределение связи между признаками базы данных

Многие переменные коррелируют с целевой переменной, то есть с занятостью. Приведем визуализацию, как выглядит матрица корреляции:

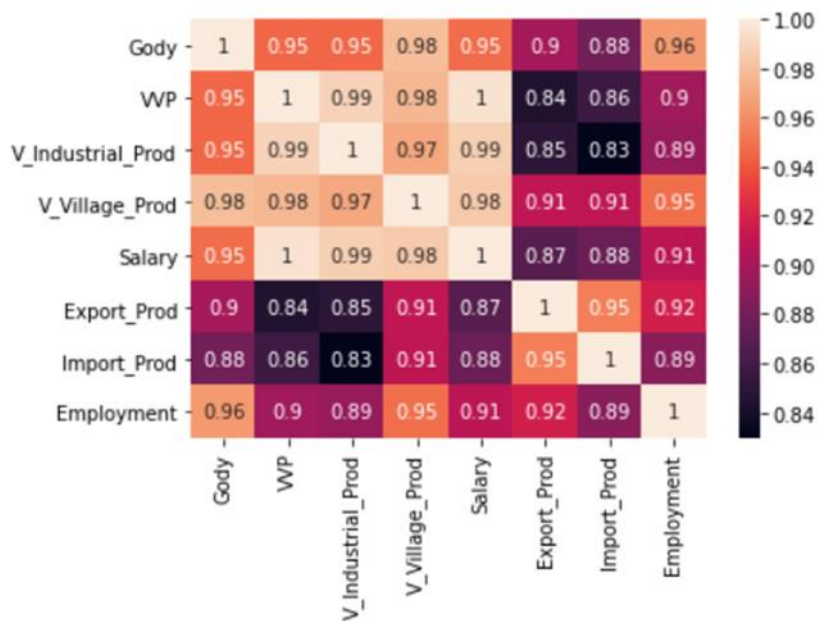


Рисунок 6. Визуализация основной корреляционной матрицы

Для построения модели, обычно данные переводятся в массивы Numpy. Приведем фрагмент данных из базы данных:

```
Out[37]: array([[0.    , 0.    , 0.    , 0.    , 0.    , 0.    , 0.    ],
 [0.036, 0.007, 0.009, 0.011, 0.004, 0.016, 0.014],
 [0.071, 0.018, 0.021, 0.027, 0.012, 0.029, 0.014],
 [0.107, 0.025, 0.021, 0.038, 0.019, 0.068, 0.055],
 [0.143, 0.037, 0.03 , 0.061, 0.025, 0.128, 0.11 ],
 [0.179, 0.048, 0.055, 0.075, 0.035, 0.163, 0.071],
 [0.214, 0.054, 0.065, 0.083, 0.044, 0.146, 0.076],
 [0.25 , 0.078, 0.104, 0.123, 0.055, 0.071, 0.032],
 [0.286, 0.104, 0.139, 0.165, 0.064, 0.097, 0.024],
 [0.321, 0.118, 0.151, 0.192, 0.076, 0.083, 0.008],
 [0.357, 0.121, 0.145, 0.192, 0.088, 0.088, 0.03 ],
 [0.393, 0.134, 0.167, 0.217, 0.101, 0.137, 0.054],
 [0.429, 0.151, 0.164, 0.235, 0.118, 0.157, 0.095],
 [0.464, 0.162, 0.159, 0.255, 0.137, 0.184, 0.138],
 [0.5 , 0.183, 0.169, 0.291, 0.172, 0.298, 0.271],
 [0.536, 0.228, 0.186, 0.363, 0.209, 0.522, 0.425],
 [0.571, 0.303, 0.278, 0.452, 0.283, 0.799, 0.656],
 [0.607, 0.324, 0.309, 0.449, 0.325, 0.704, 0.471],
 [0.643, 0.342, 0.395, 0.464, 0.385, 0.749, 0.503],
 [0.679, 0.461, 0.514, 0.603, 0.491, 1.    , 0.69 ],
 [0.714, 0.501, 0.429, 0.676, 0.566, 0.837, 0.926],
 [0.75 , 0.573, 0.531, 0.695, 0.598, 0.878, 1.    ],
 [0.786, 0.647, 0.535, 0.791, 0.648, 0.812, 0.954],
 [0.821, 0.695, 0.548, 0.797, 0.712, 0.706, 0.656],
 [0.857, 0.769, 0.656, 0.797, 0.784, 0.653, 0.643],
 [0.893, 0.857, 0.742, 0.83 , 0.827, 0.752, 0.732],
 [0.929, 0.92 , 0.784, 0.824, 0.867, 0.789, 0.875],
 [0.964, 1.    , 0.889, 0.893, 0.91 , 0.867, 0.821],
 [1.    , 0.966, 1.    , 1.    , 1.    , 0.856, 0.586]])
```

Рисунок 7. Фрагмент из базы данных

Приведем теперь результат прогнозирования по технологии регрессионного анализа. Дисперсия как видно меньше или равно:

```
r2_score is -0.4474112460313493
mean_sqrd_error is== 897.831206206643
root_mean_squared error of is== 29.96383163426605
```

Формула одномерной регрессии:  $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon$ . Здесь  $Y$  - зависимая переменная / целевая переменная;  $\beta_0$  - пересечение линии регрессии;  $\beta_1$  - наклон кривой регрессии, которая сообщает, увеличивается или уменьшается линия,  $X$  - независимая переменная / переменная-предиктор; наконец  $\epsilon$  – ошибка.

Уравнение:  $\text{Employment} = \beta_0 + \beta_1 X + \text{ошибка}$ . Приведем процесс реализации одномерной регрессии для общей занятости.

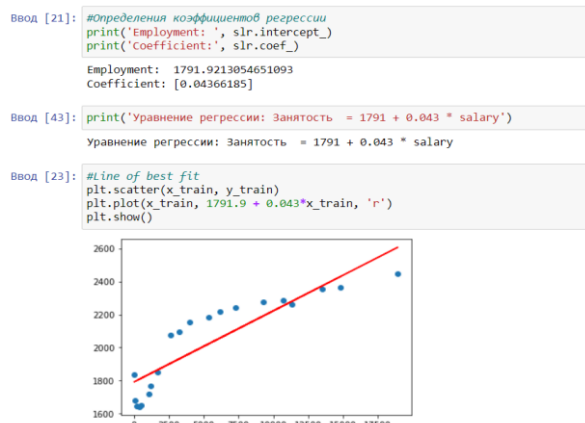


Рисунок 8. Результаты линейной одномерной регрессии занятости

В рамках диссертационной работы проектируется и создается специализированный интернет - портал в виде веб – сайта, который посвящен исследованию проблем на рынке труда и в социальной сфере КР. Естественным образом данный портал содержит информационную систему «Рынок труда».

Ниже приведены скриншоты веб-сайта и его основных компонентов.

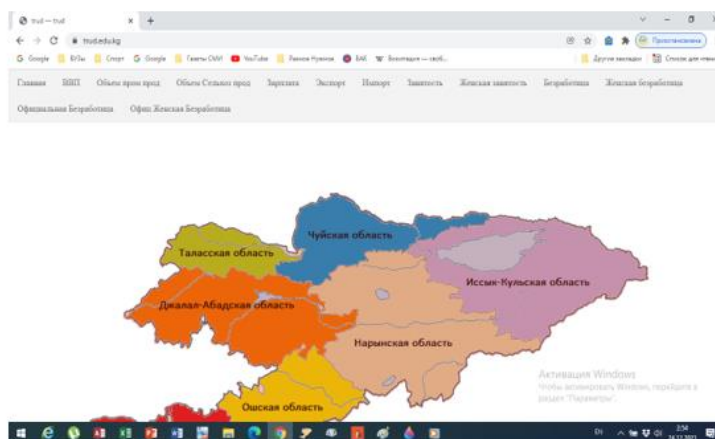


Рисунок 9. Главная страница сайта

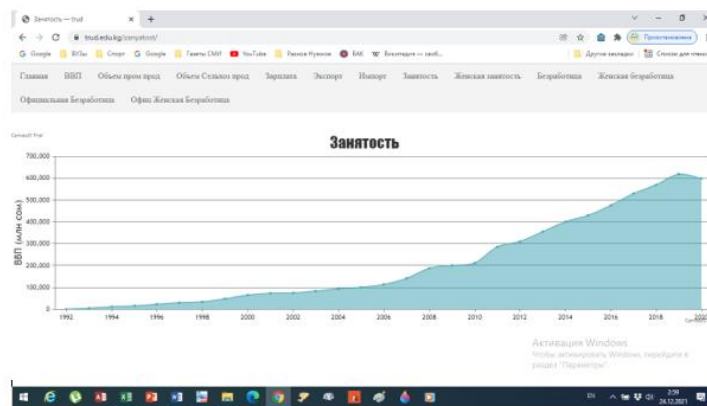


Рисунок 10. Прогнозные диаграммы

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования получены следующие основные результаты:

1. Разработан системный подход для изучения, анализа и прогноза рынка труда, основанный на методах математического моделирования с применением современных информационных систем и технологий.

2. В работе дается анализ основных положений современных экономических теорий. Показаны основные модели рынка труда, его роль и значение в современной экономической науке. Рассмотрены основные типы экономических систем, а также особенности экономики переходного типа Кыргызстана.

3. Методами математической экономики разработаны математические модели для рынка труда.

Разработаны линейные оптимизационные модели для основных показателей рынка труда в КР.

4. Предложены эконометрические модели и методики для проведения корреляционно-регрессионного анализа безработицы и занятости на национальном и региональном уровне. Аналогичные модели предложены для женского сегмента рынка труда.

5. Получены в аналитическом виде функции общей занятости и безработицы, как для официально зарегистрированной, так и общей. Аналогичные аналитические функции построены для женской занятости и безработицы.

6. Построены регрессионные модели общей и женской занятости и безработицы, как по годам, полугодиям, так и по кварталам.

7. Предложены модели множественной регрессии для безработицы и занятости в зависимости от основных экономических факторов: ВВП, заработной платы, экспорта и импорта, объема промышленной и сельскохозяйственной продукции.

8. Проведен анализ временных рядов общей и женской занятости, общей и женской безработицы, предложены модели, алгоритмы и методики расчета, и построены краткосрочные и среднесрочные прогнозы занятости и безработицы.

9. Разработана информационная система для анализа и прогнозирования рынка труда, которая состоит из базы данных, экономико-математических моделей и пакетов прикладных программ. Она нацелена на организацию модельных вычислительных экспериментов, на основе которых возможно принятие управляющих решений и разработка научно-практических рекомендаций по вопросам в сфере занятости.

В итоге создан информационный ресурс, который содержит обширную статистическую информацию по рынку труда и экономике Кыргызстана, и имеющий большое научно-практическое значение.

10. Впервые для анализа и прогноза рынка труда КР применяются современные методы машинного обучения, как одни из главных элементов систем искусственного интеллекта. Методами машинного обучения с учителем построены прогнозные модели для занятости и безработицы. Разработаны прогнозные модели множественной регрессии для общей занятости и безработицы в зависимости от основных макроэкономических показателей.

#### **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:**

1. Асанбекова, Н.О. Инновационный менеджмент [Текст]. / Вестник КГУ им. И. Арабаева, Бишкек. - 2012. - №1. –С.15-17
2. Асанбекова, Н.О. Принятие решения без использования численных значений вероятностей исходов [Текст]. / Н.О. Асанбекова, Ж.Т. Бексултанов, Вестник КГУ им. И. Арабаева, Бишкек. - 2013. - №1. –С. 338-341
3. Асанбекова, Н.О. Информационные технологии для предоставления электронных услуг в научно-технической сфере КР [Текст]. / Н.О. Асанбекова, Б.И. Бийбосунов, Т. Курманбек уулу, КГЖПУ, Мат. межд. научно-практ. конф. «Качественное образование, передовая наука, зеленая экономика - будущее планеты». - Алматы. - 2014. – С. 394-396.
4. Асанбекова, Н.О. Социально-экономические и гендерные аспекты занятости [Текст]. / Н.О. Асанбекова, С.К. Бийбосунова, М.К. Джумабаев, СИБИРСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК, Новосибирск, – 2015. – №1. - С.5-14
5. Асанбекова, Н.О. Проблемы социально-экономического развития Республики Кыргызстан в условиях формирования стратегии устойчивого развития [Текст]. / Н.О. Асанбекова, С.К. Бийбосунова, ЭКОНОМИКА И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО, -М.: – 2015. -№12-4(65). –С.317-321
6. Асанбекова, Н.О. Информационная система и математические модели для региональных экономик [Текст]. / Н.О. Асанбекова, С. К. Бийбосунова, У.Т. Керимов, Б.Д. Давлятова, СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ, Бишкек, – 2016. -№26(4). –С.75-82
7. Асанбекова, Н.О. Применение информационных технологий для решения региональных экономических задач [Текст]. / Н.О. Асанбекова, У.Т. Керимов, Б.Д. Давлятова, ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, Бишкек. -2016. -№5. –С.135-138

8. Асанбекова, Н.О. Оценка занятости и безработицы на современном рынке труда Кыргызской Республики С. К. Бийбосунова, РОССИЙСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО, Москва. -2016. –Т.17. -№5. –С. 125-132
9. Асанбекова, Н.О. Основные показатели статистики рынка труда в Кыргызской Республике [Текст]. / Н.О. Асанбекова, С. К. Бийбосунова, Г.И. Бийбосунова, ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, Бишкек. -2017. -№5-1. – С.67-68
10. Асанбекова, Н.О. Информационные технологии и модели для Региональных экономик и рынка труда КР [Текст]. / Н.О. Асанбекова, У.Т. Керимов, Г. Алымкул к, С.З. Дуйшенбекова, НАУКА, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ КЫРГЫЗСТАНА, Бишкек. -2019 -№5. –С.39-44
11. Асанбекова, Н.О. Решение задачи многокритериальной оптимизации методом последовательных уступок с помощью электронной таблицы Excel [Текст]. / Н.О. Асанбекова, ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, Бишкек. -2020. -№5. –С.161-167



## РЕЗЮМЕ

Асанбекова Нурзат Орозобековнанын «Кыргыз Республикасынын эмгек рыногу үчүн математикалык экономиканын маалыматтык системалары жана ыкмалары» деген темада 05.13.16 - илимий изилдөөлөрдө (илимдердин тармактары боюнча) эсептөө техникаларын, математикалык моделдөөнү жана математикалык методдорду колдонуу адистиги боюнча физика-математика илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн диссертациясы.

**Ачкыч сөздөр:** эмгек рыногу, жумушсуздук, иш менен камсыз кылуу, гендердик саясат, маалыматтык технологиялар, маалымат системасы, экономикалык жана математикалык моделдөө ыкмалары, машинаны үйрөтүү моделдерди жана алгоритмдери, болжолдоо, баланстык модель.

**Изилдөөнүн объектиси** болуп Кыргыз Республикасынын эмгек рыногунун негизги макроэкономикалык көрсөткүчтөрүн талдоо жана болжолдоо саналат.

**Изилдөөнүн предмети** болуп транзиттик экономиканын негизги секторлорунун бири – эмгек рыногу жана анын аял сегментинин калыптанышынын жана иштешинин мыйзам ченемдүүлүктөрү жана өзгөчөлүктөрү саналат.

**Диссертациялык иштин негизги максаты** – Кыргызстандын эмгек рыногун талдоо жана болжолдоо үчүн маалыматтык технологияларды жана машиналык окутуу ыкмаларын колдонуу менен математикалык моделдөө, эконометрикалык болжолдоо ыкмаларына негизделген системалуу мамиле.

**Изилдөөнүн методологиялык негизин** математикалык экономика теориясынын негизги жоболору, математикалык моделдөө ыкмалары, эконометрикалык анализдин жана математикалык статистиканын методдору түзөт.

**Алынган натыйжалардын жаңылыгы:** математикалык экономиканын ыкмаларын колдонуу менен эмгек рыногу үчүн математикалык моделдер иштелип чыккан; улуттук жана региондук деңгээлде жумушсуздуктун жана жумуштуулуктун корреляциялык-регрессиялык анализин жүргүзүү үчүн эконометрикалык моделдер жана методдор сунушталган. Окшош моделдер эмгек рыногунун аял сегменти үчүн сунушталган; жалпы иш менен камсыз кылуу жана жумушсуздук функциялары расмий катталган жана жалпы үчүн аналитикалык түрдө алынат; аялдардын иш менен камсыз болушу жана жумушсуздук боюнча ушул сыяктуу аналитикалык функциялар курулган; жалпы жана аялдардын жумуштуулуктун жана жумушсуздуктун жылдар, жарым жылдык жана кварталдар боюнча регрессиялык моделдерин түздү; негизги экономикалык факторлорго: ИДПга, эмгек акыга, экспортко жана импортко, өнөр жай жана айыл чарба продукциясына жараша жумушсуздуктун жана жумуштуулуктун көптөгөн регрессиялык моделдери сунушталды; жалпы жана аялдардын иш менен камсыз болушунун, жалпы жана аялдардын жумушсуздукунун убакыттык катарларына талдоо жүргүзүлдү, моделдер, алгоритмдер жана эсептөө ыкмалары сунушталды, жумуштуулуктун жана жумушсуздуктун кыска мөөнөттүү жана орто мөөнөттүү болжолдору түзүлдү; Эмгек рыногун талдоо жана болжолдоо үчүн маалымат системасы иштелип чыккан, ал маалымат базасынан, экономикалык-математикалык моделдерден жана колдонуу пакеттеринен турат, Кыргыз Республикасынын эмгек рыногун талдоо жана болжолдоо үчүн машиналык үйрөнүүнүн заманбап ыкмалары колдонулат, ошондой эле жасалма интеллект системаларынын негизги элементтеринин бири табигый интеллект

Натыйжада Кыргызстандын эмгек рыногу жана экономикасы боюнча кеңири статистикалык маалыматтарды камтыган, илимий жана практикалык зор мааниге ээ болгон маалыматтык ресурс түзүлдү.

## РЕЗЮМЕ

диссертации Асанбековой Нурзат Орозобековны на тему «Информационные системы и методы математической экономики для рынка труда КР» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.16 - применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях (по отраслям науки)

**Ключевые слова:** рынок труда, безработица, занятость, гендерная политика, информационные технологии, информационная система, методы экономико-математического моделирования, модели и алгоритмы машинного обучения, прогнозирование, балансовая модель

**Объектом исследования** является анализ и прогноз основных макроэкономических показателей рынка труда КР.

**Предметом исследования** являются закономерности и особенности формирования и функционирования одного из основных секторов экономики транзитного типа - рынка труда и его женского сегмента.

**Основная цель** диссертационной работы заключается в системном подходе на основе математического моделирования, эконометрических методов прогнозирования, с применением информационных технологий и методов машинного обучения к анализу и прогнозу рынка труда Кыргызстана.

**Методологической основой исследования** являются основные положения теории математической экономики, методов математического моделирования, методы эконометрического анализа и математической статистики.

**Новизна полученных результатов:** методами математической экономики разработаны математические модели для рынка труда; предложены эконометрические модели и методики для проведения корреляционно-регрессионного анализа безработицы и занятости на национальном и региональном уровне. Аналогичные модели предложены для женского сегмента рынка труда; получены в аналитическом виде функции общей занятости и безработицы, как для официально зарегистрированной, так и общей; аналогичные аналитические функции построены для женской занятости и безработицы; построены регрессионные модели общей и женской занятости и безработицы, как по годам, полугодиям, так и по кварталам; предложены модели множественной регрессии для безработицы и занятости в зависимости от основных экономических факторов: ВВП, заработной платы, экспорта и импорта, объема промышленной и сельскохозяйственной продукции; проведен анализ временных рядов общей и женской занятости, общей и женской безработицы, предложены модели, алгоритмы и методики расчета, и построены краткосрочные и среднесрочные прогнозы занятости и безработицы; разработана информационная система для анализа и прогнозирования рынка труда, которая состоит из базы данных, экономико-математических моделей и пакетов прикладных программ, для анализа и прогноза рынка труда КР применяются современные методы машинного обучения, как одни из главных элементов систем искусственного интеллекта

В итоге создан информационный ресурс, который содержит обширную статистическую информацию по рынку труда и экономике Кыргызстана, и имеющий большое **научно-практическое** значение.

## SUMMARY

dissertation of Asanbekova Nurzat Orozobekovna on the topic "Information systems and methods of mathematical economics for the labor market of the Kyrgyz Republic" for the degree of candidate of physical and mathematical sciences in the specialty 05.13.16 - the use of computer technology, mathematical modeling and mathematical methods in scientific research (by industry Sciences)

**Keywords:** labor market, unemployment, employment, gender policy, information technology, information system, economic and mathematical modeling methods, machine learning models and algorithms, forecasting, balance model

**The object of the study** is the analysis and forecast of the main macroeconomic indicators of the labor market of the Kyrgyz Republic.

**The subject of the study** is the patterns and features of the formation and functioning of one of the main sectors of the transit economy - the labor market and its female segment.

**The main goal** of the dissertation work is a systematic approach based on mathematical modeling, econometric forecasting methods, using information technology and machine learning methods to analyze and forecast the labor market in Kyrgyzstan.

**The methodological basis** of the research is the main provisions of the theory of mathematical economics, methods of mathematical modeling, methods of econometric analysis and mathematical statistics.

**The novelty of the results** obtained: mathematical models for the labor market were developed using the methods of mathematical economics; econometric models and methods are proposed for conducting a correlation-regression analysis of unemployment and employment at the national and regional levels. Similar models have been proposed for the female segment of the labor market; the functions of total employment and unemployment are obtained in an analytical form, both for officially registered and general; similar analytical functions are built for women's employment and unemployment; built regression models of general and female employment and unemployment, both by years, half-years, and by quarters; proposed multiple regression models for unemployment and employment depending on the main economic factors: GDP, wages, exports and imports, industrial and agricultural output; an analysis of the time series of general and female employment, general and female unemployment was carried out, models, algorithms and methods of calculation were proposed, and short-term and medium-term forecasts of employment and unemployment were built; an information system for the analysis and forecasting of the labor market has been developed, which consists of a database, economic and mathematical models and application packages, modern methods of machine learning are used to analyze and forecast the labor market of the Kyrgyz Republic, as one of the main elements of artificial intelligence systems

As a result, an information resource was created that contains extensive statistical information on the labor market and the economy of Kyrgyzstan, and is of great scientific and practical importance.