

**Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева**

**Кыргызский государственный технический университет  
имени И. Рazzакова**

Диссертационный совет Д 05.21.640

На правах рукописи  
**УДК: 519.92 + 681.142.2**

**Асанбекова Нурзат Орозбековна**

**Информационные системы и методы математической  
экономики для рынка труда Кыргызской Республики**

05.13.16 - применение вычислительной техники, математического  
моделирования и математических методов в научных исследованиях

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

Бишкек – 2022

**Работа выполнена** на кафедре прикладной информатики Кыргызского государственного университета им. И. Арабаева

**Научный руководитель:** Бийбосунов Болотбек Ильясович, доктор физико-математических наук, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики Кыргызского государственного университета им. И. Арабаева

**Официальные оппоненты:** Скляр Сергей Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, руководитель программы (кафедры) прикладной математики и информатики Американского университета Центральной Азии

Тлебаев Манат Бейшенович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики и программирования Таразского регионального университета им. М. Дулати

**Ведущая организация:** Кафедра прикладной информатики Института новых информационных технологий Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исanova (720020, г. Бишкек, ул. А. Малдыбаева, 34 б)

Защита диссертации состоится 11 февраля 2022 года в 15 часов на заседании диссертационного совета Д 05.21.640 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора (кандидата) технических наук и кандидата физико-математических наук при Кыргызском государственном университете имени И. Арабаева и Кыргызском государственном техническом университете имени И. Рazzакова по адресу: 720026, г. Бишкек, ул. Рazzакова 51-А, конференц-зал КГУ им. И. Арабаева.

Идентификационный код онлайн трансляции защиты диссертации:  
<https://vc.vak.kg/b/d05-xy8-8iw-xsw>

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеках Кыргызского государственного университета им. И. Арабаева (720026, г. Бишкек, ул. И. Рazzакова, 51-А) и Кыргызского государственного технического университета им. И. Рazzакова (720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66) и на сайте НАК Кыргызской Республики (<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 диссертации.** 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.

Теоретико-методологическая база исследования занятости, безработицы и гендерные аспекты рынка труда представлена в трудах зарубежных ученых, таких как Г. Беккер (1994), Дж. Кейнс (1978), Р. Джойс(1996), Р. Анкер (2001), П. Эллиот и Н. Менделл (2000), Дж. Нельсон (2002) и др.

Исследованиями математических методов в экономике занимались ученые как Э. Ферстер (1983), Я. Тинберхен (1967), Г. Тейл (1970), С. Лизер (1986), А.А. Богуславский (2019), В. Леонтьев (1958) и др.

Проблемы рынка труда: занятость, безработица, миграция затрагиваются в научных трудах следующих отечественных ученых: В. Мусаева (2019), Т. Койчуев (1999), М. Балбаков (1992), С. Савина (2018) и др.

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, крупными научными программами (проектами) и основными научно-исследовательскими работами, проводимыми образовательными и научными учреждениями.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ кафедры прикладной информатики КГУ им. И. Арабаева. Основные результаты диссертации получены в ходе выполнения Государственных программ, включенных в приоритетные научные направления и финансируемых Министерством образования и науки Кыргызской Республики:

1. «Моделирование и построение социально-экономических профилей регионов Кыргызстана методами экономической кибернетики» (сроки выполнения: 2009-2010 гг.).

2. «Эконометрическое исследование и прогнозирование региональных экономик Кыргызстана» (сроки выполнения: 2012 г.).

3. «Разработка методов моделирования и компьютерной системы для макроэкономического анализа и прогноза региональных экономик Кыргызской Республики» (сроки выполнения: 2013-2014 гг.).

4. «Моделирование и прогнозирование в сфере АПК Кыргызской Республики 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 следующие основные задачи:

1. Предложить методику для анализа и мониторинга рынка труда, количественного и качественного анализа и прогноза динамики занятости и безработицы, состояния трудовых ресурсов в Кыргызской Республике, основанная на методах математического моделирования и информационных технологий.

2. Разработать и решить новые балансовые модели трудовых ресурсов, занятости и безработицы с учетом внешней и внутренней трудовой миграции, а также балансовые модели с учетом гендерной составляющей на основе теории межотраслевого баланса.

3. Разработать линейные и нелинейные прогнозные модели для основных показателей рынка труда, провести численные эксперименты по моделям линейного и нелинейного регрессионного и факторного анализа. Установить математические зависимости занятости и безработицы от основных макроэкономических факторов (ВВП, заработка плата, объемы промышленной и сельскохозяйственной продукции, экспорт, импорт и др.) в виде моделей регрессионного и факторного анализа.

4. Предложить новые методы и модели на основе теории машинного обучения для прогнозирования основных показателей рынка труда. Разработать новые приложения на языке Python с использованием математических библиотек и визуализации данных для прогнозирования рынка труда.

5. Разработать специализированный веб-сайт и информационную систему для проведения математических и эконометрических исследований основных показателей национального рынка труда.

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

1. Предложена методика для анализа и мониторинга рынка труда, количественного и качественного анализа и прогноза динамики занятости и без-

работицы, состояния трудовых ресурсов в Кыргызской Республики, основанная на методах математического моделирования и информационных технологий.

1. 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.

2. Разработаны линейные и нелинейные прогнозные модели для основных показателей рынка труда, проведены численные эксперименты по моделям линейного и нелинейного регрессионного и факторного анализа. Установлены математические зависимости занятости и безработицы от основных макроэкономических факторов (ВВП, заработка плата, объемы промышленной и сельскохозяйственной продукции, экспорт, импорт и др.) в виде моделей регрессионного и факторного анализа.

3. Предложены новые методы и модели на основе теории машинного обучения для прогнозирования основных показателей рынка труда. Разработаны новые приложения на языке Python с использованием математических библиотек и визуализации данных для прогнозирования рынка труда.

4. 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.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту.**

1. Методика для анализа и мониторинга рынка труда, количественного и качественного анализа и прогноза динамики занятости и безработицы, состояния трудовых ресурсов в Кыргызской Республики, основанная на методах математического моделирования и информационных технологий.

2. Балансовые модели трудовых ресурсов, занятости и безработицы с учетом внешней и внутренней трудовой миграции, а также балансовые модели с учетом гендерной составляющей на основе теории межотраслевого баланса.

3. Линейные и нелинейные прогнозные модели для основных показателей рынка труда, численные эксперименты по моделям линейного и нелинейного регрессионного и факторного анализа. Установленные математические зависимости занятости и безработицы от основных макроэкономических факторов в виде моделей регрессионного и факторного анализа.

4. Новые методы и модели на основе теории машинного обучения для прогнозирования основных показателей рынка труда. Новые приложения на языке Python с использованием математических библиотек и визуализации данных для прогнозирования рынка труда.

5. Специализированный веб-сайт и информационная система для проведения математических и эконометрических исследований основных показателей национального рынка труда, который включает в себя базы данных по основным макроэкономическим показателям, данные по рынку труда, экономико-математические и прогнозные модели, вычислительные алгоритмы и пакеты прикладных программ.

**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 руководителем профессором Б. И. Бийбосуновым.

**Апробация результатов исследований.** 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 отражения результатов диссертации в публикациях.** Результаты исследований и положения, отражающие основное содержание диссертационной работы, опубликованы в 8 научных работах, в том числе в научных журналах за пределами Кыргызской Республики, которые входят в базы данных РИНЦ.

**Структура и объем диссертации.** Работа содержит введение, три главы, заключение, список научной литературы. Диссертация изложена на 168 страницах машинописного текста, содержит 11 таблиц, 44 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 прикладной информатики КГУ им. И. Арабаева за ценные советы и направления при работе над диссертацией и обсуждении результатов исследований.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** описывается обоснование актуальности темы диссертации, сформированы 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» показаны основные модели рынка труда, его роль и значение в современной экономической науке. Затронута тема системного анализа, теория гендерной экономики. Исследуются также экономические системы переходного или транзитного типа. Переходная экономика означает переходное состояние от одной экономической системы к другой. Этот тип экономики возникает в определенных случаях и в определенной ситуации в результате различных трансформаций.

**Во второй** главе «Методология и методы исследования» рассмотрено современное состояние теории и методологии экономико-математического моделирования.

**Объектом** исследования является экономико-математическая модель.

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

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 Кыргызской Республики 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 Кыргызской Республики»** 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 (см. табл. 3.1):

Таблица 3.1 – Динамический межотраслевой баланс трудовых ресурсов

Ре- гион	Кол-во ми- грантов	Трудоспособ- ное население	Отрасли экономики			Кол-во без- работных
			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 рабочей силы, покинувшей республику по регионам;  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  - численность трудоспособного населения в регионах;  $q_{ij}$  – 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:

$$\begin{aligned} Q_1 &= q_{11} + q_{12} + \dots + q_{1m} + q_1 - P_1 \\ Q_2 &= q_{21} + q_{22} + \dots + q_{2m} + q_2 - P_2 \\ &\dots \\ Q_n &= q_{n1} + q_{n2} + \dots + q_{nm} + q_n - P_n \end{aligned} \quad (3.1)$$

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

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

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:

$$\begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \dots \\ q_n \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

получим матричное уравнение следующего вида:

$$Q = A Q + q \text{ или } Q - A Q = q \quad (3.7)$$

Тогда из последнего уравнения имеем:

$$(I - A) Q = q \quad (3.8)$$

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

Решение уравнения (3.8) 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.

*Балансовая модель для женского рынка труда.*

Построим схему МОБ применительно к женскому сегменту рынка труда. 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.

*Оптимационные модели рынка труда.*

Рассмотрим задачу условной оптимизации для рынка труда. В качестве целевой функции выбираем общую занятость  $x_j$ . Предлагается следующая оптимационная модель классического вида:

$$\sum_{j=1}^n x_j \rightarrow \max, \quad j = \overline{1, n} \quad (3.18)$$

$$\sum_{j=1}^m a_{i,j} x_j \otimes b_i \quad (i = \overline{1, m}) \quad (3.19)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n} \quad (3.20)$$

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 оптимационных моделей, где в качестве целевой функции выступает общая или женская безработица. Оптимационная регрессионная модель имеет следующий вид:

найти:

$$y_{jk} = a_{0j} + \sum a_{ij} \cdot x_{ik} \rightarrow \min \quad (3.21)$$

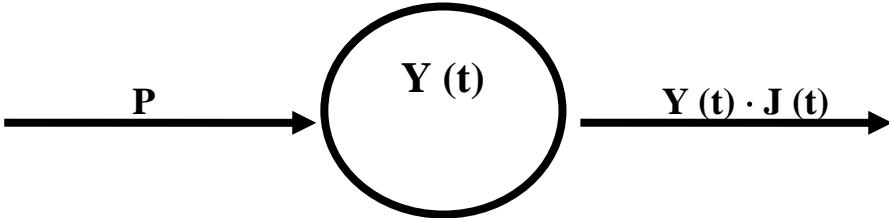
при следующих ограничениях:

$$\begin{aligned} c_{ik}^0 &\leq x_{ik} \leq c_{ik}^1 \\ b_{jk}^0 &\leq a_{0j} + \sum a_{ij} \cdot x_{ik} \leq b_{jk}^1 \end{aligned} \quad (3.22)$$

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:

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

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.

$$y' = P - j(t) \cdot y(t) \quad (3.23)$$

Для решения построенной модели применяется явный метод Эйлера, для реализации которого строится расчетная сетка и дифференциальное уравнение (3.23) записывается в виде конечно-разностного уравнения:

$$y_{i+1} = y_i + \tau \cdot f(y_i, t_i) \quad (3.24)$$

$$f(y, t) = P - j(t) \cdot y(t)$$

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.

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

$$y = b_0 + b_1 \cdot x \quad (3.25)$$

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:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2 \quad (3.26)$$

Гиперболическая регрессия:

$$y = b_0 + b_1 / x \quad (3.27)$$

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

$$y = b_0 \cdot x^{b_1} \quad (3.28)$$

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

$$y = b_0 + b_1 \cdot \lg x \quad (3.29)$$

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

$$y = b_0 \cdot b_1^x \quad (3.30)$$

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 (3.25) - (3.30).

#### *Пример прогноза безработицы.*

1. Линейная модель безработицы по годам:

$$y_t = 2054,59 \cdot t + 11452,9 \quad (3.31)$$

2. Линейная модель безработицы по полугодиям:

$$y_t = 845,9 \cdot t + 17125,5 \quad (3.32)$$

3. Линейная модель безработицы по кварталам:

$$y_t = 550,9 \cdot t + 11352,3 \quad (3.33)$$

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). Прогноз на 2021 год:

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

Прогноза на 2022 год:

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

Чтобы составить прогноз на любой год вперед, необходимо присвоить времени соответствующее целое значение и вычислить (3.31).

В модели по полугодиям (3.32) прогноз на 1 полугодие 2021 года:

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

По прогнозу на 2 полугодие 2021 года 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 (3.32).

В модели по кварталам (3.33) прогноз на 1 квартал 2021 года выглядит следующим образом:

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

Прогноз на 1 квартал 2022 года:

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

Аналогичным образом, для прогноза на любой квартал вперед, надо задать нужное значение переменной времени и вычислить (3.33).

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. Ниже (табл. 3.3 - 3.5) приведены прогнозы по безработице.

Таблица 3.3 – Прогноз общей женской безработицы по Кыргызстану (результаты регрессионного анализа по 6 моделям)

<b>Типы моделей у – женская безработица t – время</b>	<b>Прогноз на 2021 г</b>	<b>Прогноз на 2022 г</b>	<b>Прогноз на 2023 г</b>	<b>Прогноз на 2024 г</b>
$y = 8060,5 \cdot t + 1575,6$	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 3.4 – Прогноз официальной безработицы по Кыргызстану (результаты регрессионного анализа по 6 моделям)

<b>Типы моделей у – офиц. безработица t – время</b>	<b>Прогноз на 1 п/г 2021</b>	<b>Прогноз на 2 п/г 2021</b>	<b>Прогноз на 1 п/г 2022</b>	<b>Прогноз на 2 п/г 2022</b>
$y = 1744 \cdot t + 27882$	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 3.5 – Прогноз общей безработицы по Кыргызстану (результаты регрессионного анализа по 6 моделям)

<b>Типы моделей у – общая безработица t – время</b>	<b>Прогноз на 2021 г</b>	<b>Прогноз на 2022 г</b>	<b>Прогноз на 2023 г</b>	<b>Прогноз на 2024 г</b>
$y = 15885,8 \cdot t + 16932,5$	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. 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.

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 3.8 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 (см. таблицу 3.8). При этом, женская занятость имеет тенденцию к уменьшению, а женская безработица, напротив, растет.

Таблица 3.8 – Прогноз общей занятости по Кыргызстану (результаты регрессионного анализа по 6 моделям)

Типы моделей <u>y – общая занятость</u> <u>t – время</u>	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.

Из таблицы 3.9 видно, 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 Кыргызской Республики, был проведен регрессионный анализ женской занятости и построены 6 типов моделей вида (3.25) – (3.30) для каждой отрасли (всего 60 моделей).

Таблица 3.9 – Прогнозные значения женской и общей занятости (тысяч человек)

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

#### *Модели множественной регрессии.*

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

Уравнение множественной регрессии для безработицы, полученное по годовым значениям:

$$Y = -8667,02 - 1,8 \cdot X_1 - 22,8 \cdot X_2 - 13,04 \cdot X_3 + 63,8 \cdot X_4 + 1,4 \cdot X_5 + 3,0 \cdot X_6 \quad (3.34)$$

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

$$Y = -16456,7 - 1,04 \cdot X_1 - 32,5 \cdot X_2 + 86,7 \cdot X_3 + 44,1 \cdot X_4 + 0,8 \cdot X_5 - 0,8 \cdot X_6 \quad (3.35)$$

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

$$Y = -8352,5 + 1,2 \cdot X_1 - 23,0 \cdot X_2 + 164,9 \cdot X_3 + 55,4 \cdot X_4 + 0,8 \cdot X_5 - 0,8 \cdot X_6 \quad (3.36)$$

Здесь во всех моделях приняты следующие обозначения:  $Y$  – безработица,  $X_1$  – значения ВВП,  $X_2$  – заработка 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:

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t \quad (3.40)$$

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 \quad (3.41)$$

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 \quad (3.42)$$

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4 \quad (3.43)$$

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4 + a_5 t^5 \quad (3.44)$$

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

На следующих рисунках 3.1 – 3.2 приведены скриншоты макросов на языке Visual Basic v.6.0 для применения в табличном процессоре Excel.

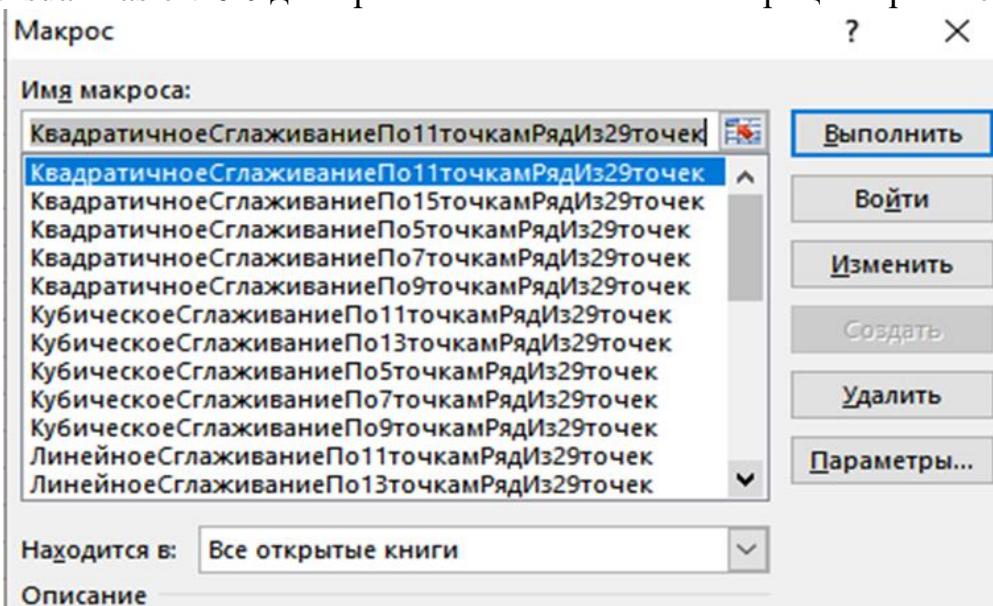


Рисунок 3.1 Скриншот списка макросов для квадратичного, кубического и анализа временных рядов макропоказателей

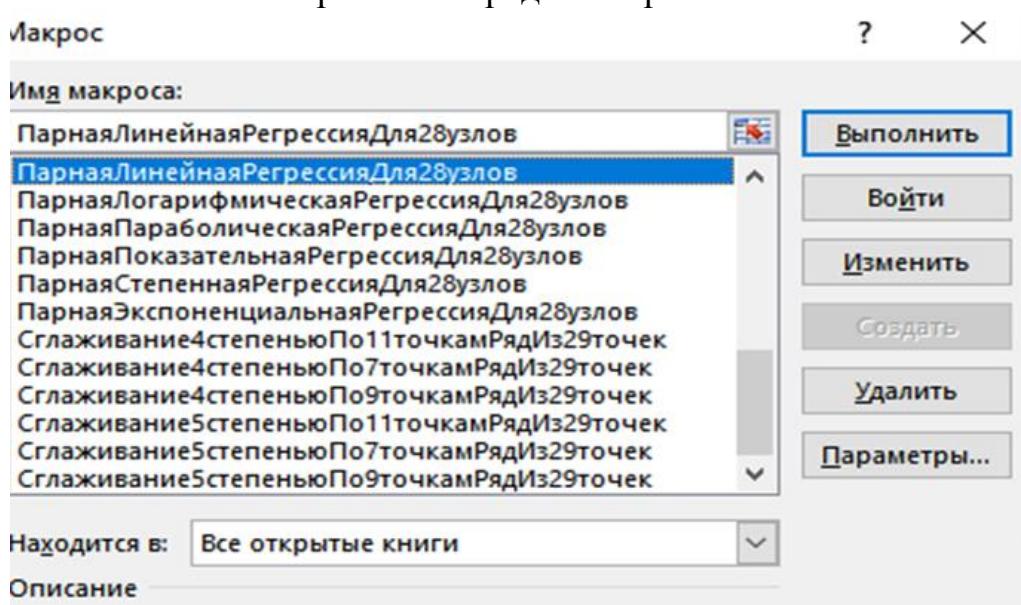


Рисунок 3.2 Скриншот макросов для линейной и нелинейной регрессии

Для решения поставленных задач по применению машинного обучения с учителем применяется следующий основной программный инструментарий: 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 (см. рис. 3.4).

	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 3.4 Скриншот базы данных

Многие переменные коррелируют с целевой переменной, то есть с занятостью. Приведем визуализацию, как выглядит матрица корреляции (рисунок 3.8).

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
```

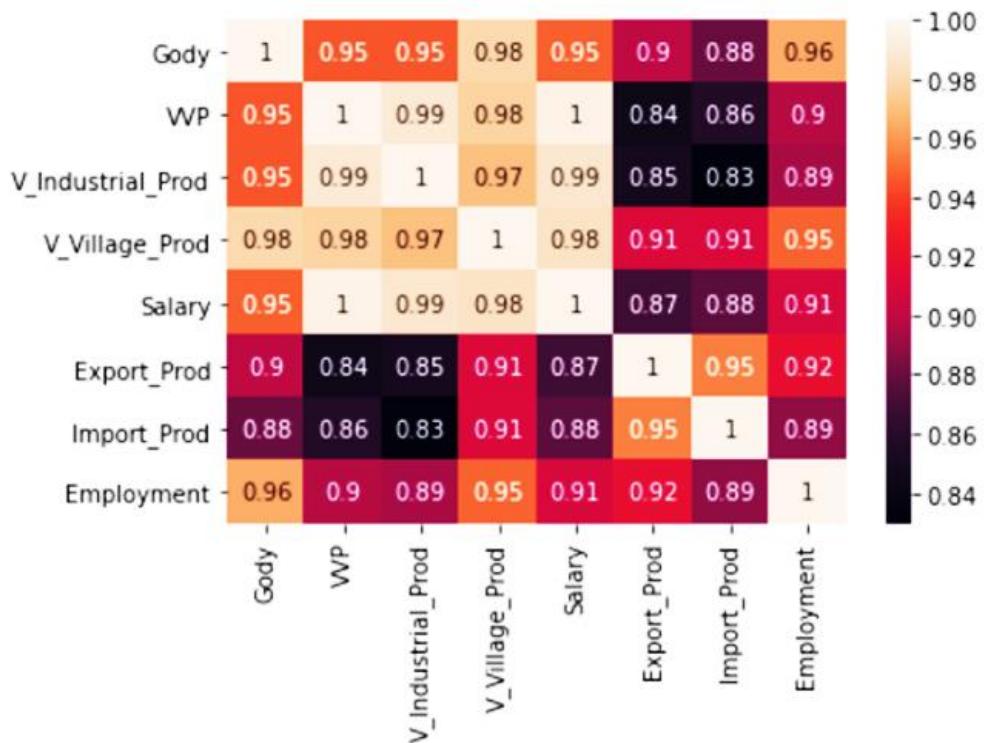


Рисунок 3.8 Визуализация основной корреляционной матрицы

Формула одномерной регрессии:  $Y = \beta_0 + \beta_1 X + e$ . 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 e – ошибка. Приведем процесс реализации одномерной регрессии для общей занятости (см. рис. 3.20).

```
Ввод [21]: #Определение коэффициентов регрессии
print('Employment: ', slr.intercept_)
print('Coefficient:', slr.coef_)

Employment: 1791.9213054651093
Coefficient: [0.04366185]

Ввод [43]: print('Уравнение регрессии: Занятость = 1791 + 0.043 * salary')

Уравнение регрессии: Занятость = 1791 + 0.043 * salary
```

```
Ввод [23]: #Line of best fit
plt.scatter(x_train, y_train)
plt.plot(x_train, 1791.9 + 0.043*x_train, 'r')
plt.show()
```

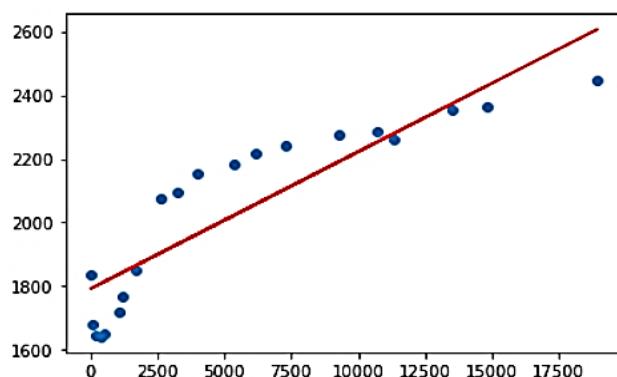


Рисунок 3.20 Результаты линейной одномерной регрессии занятости

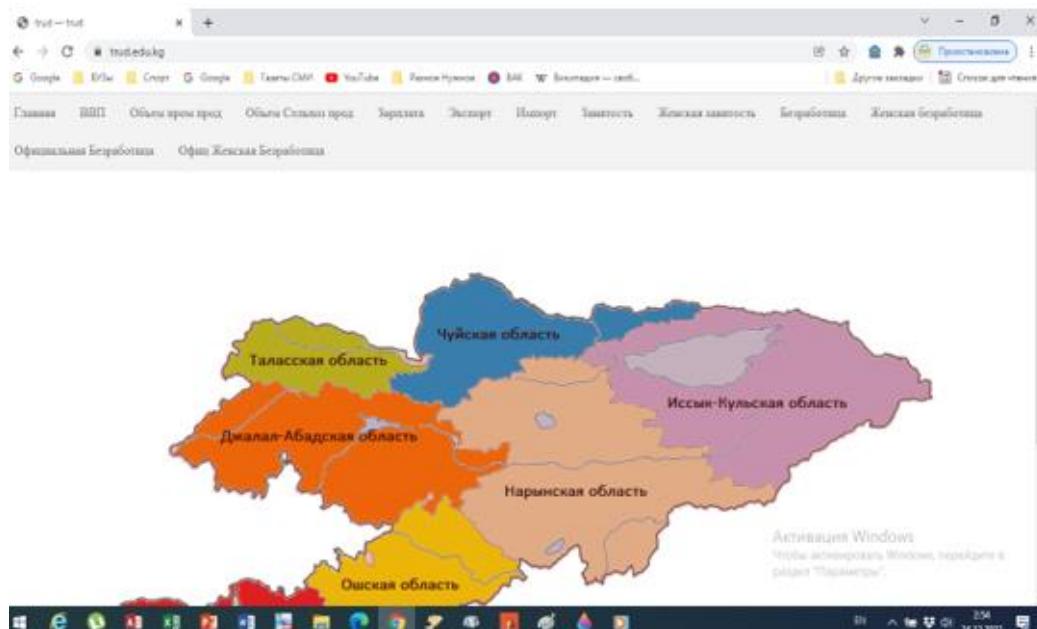


Рисунок 3.33 Скриншот веб-сайта

В рамках диссертационной работы проектируется и создается специализированный интернет - портал в виде веб – сайта, который посвящен исследованию проблем на рынке труда. Портал содержит информационную систему «Рынок труда». На рисунке 3.33 приведен скриншот главной страницы веб-сайта.

## **ВЫВОДЫ**

В ходе исследования получены следующие основные результаты:

1. Предложена методика для анализа и мониторинга рынка труда, количественного и качественного анализа и прогноза динамики занятости и безработицы, состояния трудовых ресурсов в Кыргызской Республики, основанная на методах математического моделирования и информационных технологий.
2. 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.
3. Разработаны линейные и нелинейные прогнозные модели для основных показателей рынка труда, проведены численные эксперименты по моделям линейного и нелинейного регрессионного и факторного анализа. Установлены математические зависимости занятости и безработицы от основных макроэкономических факторов (ВВП, заработка плата, объемы промышленной и сельскохозяйственной продукции, экспорт, импорт и др.) в виде моделей регрессионного и факторного анализа.
4. Предложены новые методы и модели на основе теории машинного обучения для прогнозирования основных показателей рынка труда. 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.
5. 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.

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

1. 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. -

C. 5-14. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25417287%20>

2. 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(65). –С.317-321. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25639418>

3. 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. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26180083%20>

4. Асанбекова, Н.О. Информационная система и математические модели для региональных экономик [Текст]. / С.К. Бийбосунова, Б.Д. Давлятова, У.Т. Керимов, Н.О. Асанбекова, // СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ, Бишкек. -2016. -26(4). –С.75-82. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32736557%20>

5. 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. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25594668>

6. 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. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29958851%20>

7. 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. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-journal.kg/ru/journal/1/2019/5/>

8. 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. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-journal.kg/ru/journal/2/archive/13662>

**05.13.16 - илимий изилдөөлөрдө эсептөө техникаларын, математикалык моделдөөнү жана математикалык методдорду колдонуу адистиги боюнча физика-математика илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн Асанбекова Нурзат Орозобековнанын «Кыргыз Республикасынын эмгек рыногу үчүн математикалык экономиканын маалыматтык системалары жана ықмалары» темасында диссертациясынын**

## **РЕЗЮМЕСИ**

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

**Изилдөөнүн объектиси** экономикалык-математикалык модели болуп 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 ықмаларын колдонуу менен математикалык моделдөө, эконометрикалык болжолдоо ықмаларына негизделген системалуу мамиле.

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

**Алынган натыйжалар жана алардын жаңылыгы:** математикалык экономиканын методдорун колдонуу менен эмгек рыногу үчүн математикалык моделдер иштелип чыккан; улуттук жана региондук деңгээлдерде жумушсуздукка жана жумуштуулукка корреляциялык-регрессиялык талдоо жүргүзүү үчүн эконометрикалык моделдер жана методдор сунушталган. Окшош моделдер эмгек рыногунун аял сегменти үчүн сунушталган; негизги экономикалык факторлорго: ИДПГа, эмгек акыга, экспортко жана импортко, өнөр жай жана айыл чарба продукциясына жараша жалпы жумуштуулук жана жумушсуздук, жумушсуздуктун жана жумуштуулуктун көп регрессиялык моделдери сунушталган, маалымат базаларынан, экономикалык жана математикалык моделдерден турган маалымат системасы иштелип чыккан. жана Кыргыз Республикасынын эмгек рыногун талдоо жана прогноздоо үчүн машиналык үйрөнүүнүн заманбап методдору колдонулат.

**Колдонуу чөйрөсү:** диссертациянын натыйжалары иш менен камсыз кылуу кызматында, Кыргыз Республикасынын Эмгек жана социалдык өнүктүрүү министрлигинде, эмгек рыногу боюнча саясатты иштеп чыгууда колдонулушу мүмкүн. Натыйжалар «Чечим кабыл алуу теориясы» темасы боюнча дисциплинарды окутуунун окуу процессинде да сунушталышы мүмкүн

## **РЕЗЮМЕ**

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

**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 экономико-математическая модель.

**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.

**Полученные результаты и их новизна:** 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; общей занятости и безработицы, 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, разработана информационная система, которая состоит из базы данных, экономико-математических моделей и пакетов прикладных программ, для анализа и прогноза рынка труда

Кыргызской Республики, применяются современные методы машинного обучения.

**Область применения:** результаты диссертации могут быть использованы в службе занятости, министерстве труда и социального развития Кыргызской Республики, при разработке политики для рынка труда. Результаты также могут быть рекомендованы в учебном процессе преподавания дисциплин по теме «Теория принятия решений»

## 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**

**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 an economic-mathematical model.

**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 results obtained and their novelty:** mathematical models for the labor market have been 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; general employment and unemployment, multiple regression models for unemployment and employment are proposed depending on the main economic factors: GDP, wages, exports and imports, industrial and agricultural output, an information system has been developed, which consists of databases, economic and mathematical models and application software packages, for the analysis and forecasting of the labor market of the Kyrgyz Republic, modern methods of machine learning are used.

**Scope:** the results of the dissertation can be used in the employment service, the Ministry of Labor and Social Development of the Kyrgyz Republic, in the development of policies for the labor market. The results can also be recommended in the educational process of teaching disciplines on the topic "Decision Theory"

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Абубакар" (Abubakar), is positioned in the upper right corner of the page.

Формат 60x84 1/16. Объем 1,5 п.л.  
Бумага офсет. Офсетная печать. Тираж 100.

«Сарыбаев Т.Т.» И.П.  
г. Бишкек, ул. Рazzакова, 49  
т. 0 708 058 368  
e-mail: talant550@gmail.com

**И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университети**

**И. Рazzаков атындагы Кыргыз мамлекеттик  
техникалык университети**

**Диссертациялык кеңеш Д 05.21.640**

**Кол жазма укугунда  
УДК: 519.92 + 681.142.2**

**Асанбекова Нурзат Орозобековна**

**Кыргыз Республикасынын эмгек рыногу үчүн маалыматтык  
системалар жана математикалык экономиканын ықмалары**

**05.13.16 – илимий изилдөөлөрдө эсептөө техникаларын, математика-  
лык моделдөөнү жана математикалык методдорду колдонуу**

**физика-математикалык илимдеринин кандидаты окумуштуулук  
даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациянын авторефераты**

**Бишкек - 2022**

**Диссертациялык иш И. Арабаев атындағы Кыргыз мамлекеттік университетинин колдонмо информатика кафедрасында аткарылды**

**Илимий жетекчи:** Бийбосунов Болотбек Ильясович, физика-математика илимдеринин доктору, техника илимдеринин доктору, профессор, И. Арабаев атындағы Кыргыз мамлекеттік университетинин колдонмо информатика кафедрасының кафедра башчысы

**Расмий оппонент:** Склар Сергей Николаевич, физика-математика илимдеринин доктору, профессор, Борбордук Азиядагы Америкалық университетинин колдонмо математика жана информатика программасының башчысы

Тлебаев Манат Бейшеновиң, техника илимдеринин доктору, профессор, М. Дулати атындағы Тараз регионалдық университетинин колдонмо информатика жана программалоо кафедрасының башчысы

**Жетектөөчү мекеме:** Н. Исанов атындағы Кыргыз мамлекеттік курулуш, транспорт жана архитектура университетинин жаңы маалыматтар технологиясы институтунун колдонмо информатика кафедрасы (720020, г. Бишкек, ул. А. Малдыбаева, 34 б)

Диссертацияны коргоо 2022-жылдың 11-февралында saat 15-00 дө техника илимдеринин доктору (кандидаты) жана физика-математикалық илимдеринин кандидаты илимий даражасын изденип алуу боюнча И. Арабаев атындағы Кыргыз мамлекеттік университетинин жана И. Раззаков атындағы Кыргыз мамлекеттік техникалық университетинин Д 05.21.640 диссертациялык кеңешинин отурумунда 770026, Бишкек шаары, Раззаков көч. 51-А, И. Арабаев атындағы КМУнин конференц-залы дареги боюнча өттө.

Диссертацияны коргоонун онлайн трансляциясынын идентификациялық коду: <https://vc.vak.kg/d05-xy8-8iw-xsw>

Диссертациялык иш менен И. Арабаев атындағы Кыргыз мамлекеттік университетинин (720026, Бишкек ш., Раззаков көчөсү 51-А) жана И. Раззаков атындағы Кыргыз мамлекеттік техникалық университеттін (720044, Бишкек ш., Айтматов проспектіси 66) китепканаларынан жана КР УИАнын сайтында (<https://vak.kg>) таанышууга болот.

Автореферат 2022-жылдың 10-январында таркатылды.

Диссертациялык кеңештин  
окумуштуу катчысы,  
техника илимдеринин доктору, доцент



Курманбек уулу Т.

## **ИШТИН ЖАЛПЫ МУНӨЗДӨМӨСҮ**

**Теманын актуалдуулугу.** Кыргызстанда заманбап рыноктук экономиканын принциптерине негизделген социалдык-экономикалык системаны куруу процесси мүнөздүү болуп бараткан терең криистик көрүнүштөр менен коштолуда. Коомдун социалдык түзүлүшүндө терең өзгөрүүлөр болуп, социалдык катмарларга бөлүнүү байкалыш, калктын бир кыйла бөлүгү жакырчылыкка учурады.

Эмгек рыногунун абалын жана конъюнктурасын, жумушсуздуктун жана эмгек миграциясынын өсүшүнүн көйгөйлөрүн изилдөө, аларды түзүүчү негизги факторлорду математикалык ыкмалардын жана моделдердин, маалыматтык технологиялардын жана жасалма интеллекттин негизги элементтери болуп саналган машиналык окутуунун жаңы ыкмаларынын негизинде талдоо чоң теориялык жана илимий-практикалык мааниге ээ.

Жумуштуулукту, жумушсуздукту жана эмгек рыногунун гендердик аспекттерин изилдөөнүн теориялык жана методологиялык негиздери Г.Беккер (1994), Дж.Кейнс (1978), Р.Джойс (1996) R. Anker (2001), P. Elliot and N. Mendell (2000), J. Nelson (2002) жана башкалар сыйктуу чет элдик окумуштуулардын эмгектеринде берилген

Экономикадагы математикалык методдорду изилдөөлөрдү Э.Ферстер (1983), Дж.Тинберхен (1967), Г.Тейл (1970), С.Лизер (1986), А.А. Богуславский (2019), В.Леонтьев (1958) жана башка окумуштуулар жүргүзүшкөн

Эмгек рыногунун көйгөйлөрү: жумуштуулук, жумушсуздук, миграция төмөнкү ата мекендиk окумуштуулардын илимий эмгектеринде талкууланган: В.Мусаева (2019-ж.), Т.Койчуев (1999-ж.), М.Балбаков (1992-ж.), С.Савина (2018-ж.) жана башка.

Ошентип, Кыргызстандын учурдагы эмгек рыногун жаңы маалыматтык технологияларды колдонуу менен экономикалык-математикалык жана эконометрикалык анализ жүргүзүү актуалдуу жана маанилүү илимий-теориялык жана илимий-колдонмо милдет болуп саналат.

**Диссертациянын темасынын артыкчылыктуу илимий багыттар, негизги илимий программалар (долбоорлор) жана окуу жана илимий мекемелер тарабынан жүргүзүлүүчү фундаменталдык изилдөө иштери менен байланышы.** Диссертациялык иш И.Арабаев атындагы КМУнун колдонмо информатика кафедрасынын илимий изилдөө иштеринин планына ылайык аткарылган. Диссертациянын негизги жыйынтыктары Кыргыз Республикасынын Билим берүү жана илим министрлиги тарабынан қаржыланган жана артыкчылыктуу илимий багыттарга кирген Мамлекеттик программаларды ишке ашыруунун жүрүшүндө алынган:

1. «Экономикалык кибернетиканы ыкмалары менен Кыргызстандын региондорунун социалдык-экономикалык профилдерин моделдөө жана куруу» илимий-изилдөө иши (аяктоо мөөнөтү: 2009-2010-ж.);

2. «Кыргызстандын региондук экономикасын эконометрикалык изилдөө жана болжолдоо» илимий-изилдөө иши (аяктоо мөөнөтү: 2012-ж.);
3. «Кыргыз Республикасынын региондук экономикаларынын макроэкономикалык талдоо жана болжолдоо үчүн моделдөө ықмаларын жана компьютердик системасын иштеп чыгуу» илимий-изилдөө иши (узактыгы: 2013-2014-ж.);
4. «Интеллектуалдык системаларды, Python технологияларын жана нейрон тармактарын колдонуу менен Кыргыз Республикасынын агроЕнөр жай комплекси чөйрөсүндө моделдөө жана болжолдоо» илимий-изилдөө иши (узактыгы: 2019-2021).

**Изилдөөнүн максаты жана милдеттери.** Диссертациялык иштин негизги **максаты** – Кыргызстандын эмгек рыногун анализдөө жана болжолдоо үчүн маалыматтык технологияларды, машиналык окутуу ықмаларын, математикалык моделдөө, эконометрикалык болжолдоо ықмаларына негизделген системалуу мамиле болу саналат. Максаттын алкагында төмөнкү негизги **милдеттер** иштеп чыккан:

1. Математикалык моделдөө методдорунун жана маалыматтык технологиялардын негизинде эмгек рыногун талдоо жана мониторинг жүргүзүү, Кыргыз Республикасындагы жумуштуулуктун жана жумушсуздуктун динамикасын, эмгек ресурстарынын абалын сандык жана сапаттык талдоо жана болжолдоо методологиясын сунуштоо.
2. Тышкы жана ички эмгек миграциясын эске алуу менен эмгек ресурстарынын, жумуштуулуктун жана жумушсуздуктун жаңы баланстык моделдерин, ошондой эле секторлор аралык тең салмактуулук теориясынын негизинде гендердик компонентти эске алуу менен баланстык моделдерин иштеп чыгуу жана чечүү.
3. Эмгек рыногунун негизги көрсөткүчтөрүнүн сызыктуу жана сызыктуу эмес болжолдоочу моделдерин иштеп чыгуу, сызыктуу жана сызыктуу эмес регрессия моделдери боюнча сандык эксперименттерди жана фактордук анализди жүргүзүү. Иш менен камсыз кылуунун жана жумушсуздуктун негизги макроэкономикалык факторлордон (ИДП, эмгек акы, өнөр жай жана айыл чарба продукциясынын көлөмү, экспорт, импорт ж.б.) математикалык көз карандылыгын регрессиялык жана фактордук анализдин моделдери түрүндө аныктоо.
4. Эмгек рыногунун негизги көрсөткүчтөрүн болжолдоо үчүн машиналык үйрөнүү теориясына негизделген жаңы ықмаларды жана моделдерди сунуштоо. Эмгек рыногун болжолдоо үчүн математикалык китеңканаларды жана маалыматтарды визуализациялоо менен Pythonдо жаңы тиркемелерди иштеп чыгуу.
5. Улуттук эмгек рыногунун негизги көрсөткүчтөрүн математикалык жана эконометрикалык изилдөө үчүн адистештирилген веб-сайтты жана маалыматтык системаны иштеп чыгуу.

**Диссертациялык иштин илимий жаңылыгы төмөндөгүдөй:**

1. Математикалык моделдөө жана маалыматтык технологиялар методдоруна негизделген эмгек рыногуна талдоо жүргүзүү жана мониторинг жүргүзүү, Кыргыз Республикасында иш менен камсыз болуу жана жумушсуздуктун динамикасын, эмгек ресурстарынын абалын сандык жана сапаттык талдоо жана болжолдоо методологиясы сунушталат.

2. Тармактар аралык тең салмактуулук теориясынын негизинде тышкы жана ички эмгек миграциясын эске алуу менен эмгек ресурстарынын, иш менен камсыз кылуунун жана жумушсуздуктун жаңы баланстык моделдери, ошондой эле гендердик компонентти эске алуу менен баланстык моделдер иштелип чыгат жана чечилет.

3. Эмгек рыногунун негизги көрсөткүчтөрүнүн сзыяктуу жана сзыяктуу эмес болжолдоочу моделдери иштелип чыккан, сзыяктуу жана сзыяктуу эмес регрессиянын моделдерин жана фактордук анализди колдонуу менен сандык эксперименттер жүргүзүлгөн. Иш менен камсыз кылуунун жана жумушсуздуктун негизги макроэкономикалык факторлордон (ИДП, эмгек акы, өнөр жай жана айыл чарба продукциясынын көлөмү, экспорт, импорт ж.б.) математикалык көз карандылыгы регрессиялык жана фактордук анализдин моделдери түрүндө белгиленет.

4. Эмгек рыногунун негизги көрсөткүчтөрүн болжолдоо үчүн машиналык үйрөнүү теориясына негизделген жаңы методдор жана моделдер сунушталган. Python тилиндеги жаңы тиркемелер эмгек рыногун болжолдоо үчүн математикалык китеңканаларды жана маалыматтарды визуализациялоону колдонуу менен иштелип чыккан.

5. Улуттук эмгек рыногунун негизги көрсөткүчтөрүнө (эмгек ресурстары, иш менен камсыз болуу, тармактык сегрегация, жумушсуздук) математикалык жана эконометрикалык изилдөөлөрдү жүргүзүү үчүн адистештирилген веб-сайт жана маалыматтык система иштелип чыккан. Бул системага негизги макроэкономикалык көрсөткүчтөр боюнча маалымат базалары, эмгек рыногу боюнча маалыматтар, экономикалык-математикалык жана болжолдуу моделдер, эсептөө алгоритмдери жана колдонмо программалык пакеттер кирет.

**Алынган жыйынтыктардын практикалык баалуулугу.** Эмгек рыногун талдоо жана прогноздоо үчүн диссертациялык иште сунушталган натыйжалар жана экономикалык-математикалык моделдер мамлекеттик органдар жана иш менен камсыз кылуу кызматтары, ошондой эле Кыргыз Республикасындагы иш менен камсыз кылуу тармагында кырдаалды турукташтыруу үчүн мыйзамдык, ченемдик жана болжолдоочу документтерди иштеп чыгууда пайдаланылыши мүмкүн. Диссертацияда сунушталган экономикалык-математикалык моделдер, ыктымалдуу болжолдоо моделдери жана сандык алгоритмдер маалыматтык система жана колдонмо программалык пакеттер түрүндө ишке ашырылган жана кызыккан колдонуучулар үчүн даяр программалык продуктулар болуп саналат.

Алар ошондой эле экономикалык жана математикалык ықмалар жана модельдер, ошондой эле экономикадагы маалымат системалары жана жасалма интеллект системалары, атап айтканда, машина үйрөнүү боюнча окуу колдонмолору катары колдонулушу мүмкүн.

### **Коргоого чыгуучу негизги жоболор.**

1. Математикалык модельдөө жана маалыматтык технологиялар методдоруна негизделген эмгек рыногуна талдоо жүргүзүү жана мониторинг жүргүзүү, Кыргыз Республикасында иш менен камсыз болуу жана жумушсуздуктун динамикасын, эмгек ресурстарынын абалын сандык жана сапаттык талдоо жана болжолдоо методологиясы сунушталат.

2. Тармактар аралык тең салмактуулук теориясынын негизинде тышкы жана ички эмгек миграциясын эске алуу менен эмгек ресурстарынын, иш менен камсыз кылуунун жана жумушсуздуктун жаңы баланстык модельдер, ошондой эле гендердик компонентти эске алуу менен баланстык модельдер иштелип чыгат жана чечилет.

3. Эмгек рыногунун негизги көрсөткүчтөрүнүн сыйыктуу жана сыйыктуу эмес болжолдоочу модельдер иштелип чыккан, сыйыктуу жана сыйыктуу эмес регрессиянын модельдерин жана фактордук анализди колдонуу менен сандык эксперименттер жүргүзүлгөн. Иш менен камсыз кылуунун жана жумушсуздуктун негизги макроэкономикалык факторлордан (ИДП, эмгек акы, өнөр жай жана айыл чарба продукциясынын көлөмү, экспорт, импорт ж.б.) математикалык көз карандылыгы регрессиялык жана фактордук анализдин модельдер түрүндө белгиленет.

4. Эмгек рыногунун негизги көрсөткүчтөрүн болжолдоо үчүн машиналык үйрөнүү теориясына негизделген жаңы методдор жана модельдер сунушталган. Python тилиндеги жаңы тиркемелер эмгек рыногун болжолдоо үчүн математикалык китеңканаларды жана маалыматтарды визуализациялоону колдонуу менен иштелип чыккан.

5. Улуттук эмгек рыногунун негизги көрсөткүчтөрүнө (эмгек ресурстары, иш менен камсыз болуу, тармактык сегрегация, жумушсуздук) математикалык жана эконометрикалык изилдөөлөрдү жүргүзүү үчүн адистештирилген веб-сайт жана маалыматтык система иштелип чыккан. Бул системага негизги макроэкономикалык көрсөткүчтер боюнча маалымат базалары, эмгек рыногу боюнча маалыматтар, экономикалык-математикалык жана болжолдуу модельдер, эсептөө алгоритмдери жана колдонмо программалык пакеттер кирет.

**Изденүүчүнүн жеке салымы.** Диссертациялык иштин бардык натыйжалары изденүүчү тарабынан аткарылган – өз алдынча изилдөө жүргүзүү, илимий жыйынтыктарды алуу, алардын анализи жана негизги жыйынтыктарын түзүү. Иштин жалпы максатын түзүү, илимий-практикалык маселелерди түзүү, изилдөөнүн жалпы ықмасы илимий жетекчиси профессор Б. И. Бийбосунов тарабынан жүргүзүлгөн.

**Изилдөөнүн натыйжаларын аprobациялоо.** Диссертациялык иштин негизги жоболору жана натыйжалары баяндалып, талкууланды:

- «Механика жана машина куруунун актуалдуу маселелери» эл аралык илимий конференциясы, Алматы, 2014-ж

- Эл аралык илимий-практикалык конференция «Сапаттуу билим, алдыңкы илим, жашыл экономика – планетанын келечеги», Алматы, 2014-ж.

- Эл аралык илимий конференция «Физиканы, математиканы, информатиканы окутуунун заманбап көйгөйлөрү жана колдонмо информатиканын актуалдуу маселелери», Бишкек, 2017-ж.

- Профессор Р.Усубакуновдун 90 жылдыгына арналган IV Эл аралык илимий конференция, Бишкек, 2019-ж.

- Эл аралык илимий конференция «Университеттик илимдин алдыгы карай өнүгүү келечеги», Сочи, 2021-ж

- И.Арабаева атындагы КМУнун жана «Колдонмо информатика» кафедрасынын илимий семинарларында.

**Диссертациянын жыйынтыктарынын толук жарыяланышы.** Изилдөөлөрдүн натыйжалары жана диссертациянын негизги мазмунун чагылдырган жоболор 8 илимий эмгекте, анын ичинде Кыргыз Республикасынан тышкаркы РИНЦ маалыматтар базасына киргизилген илимий журналдарда жана нөлдүк эмес импакт-факторго ээ болгон илимий эмгектерде жарыяланган.

**Диссертациянын структурасы.** Диссертациялык иш киришүүнү, уч бөлүмдү, корутундуну, илимий адабияттардын тизмесин өзүнө камтыйт. Диссертация машинкага басылган тексттин 168 бетин, 11 таблицаны, 43 графикитерди, диаграммаларды жана сүрөттөрдү камтыган, ошондой эле берилиштер менен таблицаларды, математикалык моделдөөнүн натыйжалары жана сандык эсептөөлөрдү камтыган тиркемелерден турат.

Автор илимий жетекчisi профессор Б. И. Бийбосуновго, И. Арабаев атындагы КМУнун колдонмо информатика кафедрасынын мүчөлөрүнө диссертациянын үстүндө иштөөдө жана илимий жыйынтыктарды талкуулоодо баалуу кенештери жана багыттары үчүн терең ыраазычылыгын билдирет.

## **ДИССЕРТАЦИЯНЫН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ**

**Киришүүдө** диссертациялык иштин темасынын актуалдуулугу, диссертациялык иштин максаттары жана милдеттери, диссертациянын илимий жаңылыгы, практикалык мааниси, аprobация, публикациялар, диссертациялык иштин негизги жыйынтыктары, коргоого чыгарылган негизги жоболор баяндалган.

**Биринчи «Адабият жана предметтик изилдөө» бөлүмүндө** бөлүмүндө эмгек рыногунун негизги моделдери, анын азыркы экономикадагы ролу жана мааниси көрсөтүлгөн. Системалык анализ темасы, гендердик экономика теори-

ясы козголот. Өткөөл же транзиттик типтеги экономикалық системалар да изилденип жатат. Өткөөл экономика бир экономикалық системадан экинчисине өтүүчү мамлекетти билдириет. Экономиканын бул түрү белгилүү бир учурларда жана белгилүү бир кырдаалда ар кандай кайра түзүүлөрдүн натыйжасында пайда болот.

**Экинчи «Методология жана изилдөө ықмалары» бөлүмүндө** экономикалық-математикалық моделдештируү теориясынын жана методологиясынын учурдагы абалы каралган.

**Изилдөөнүн объектиси:** экономикалық-математикалық модель.

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

Экономикалық-математикалық моделдер маалыматтык системалар менен бирге азыркы учурда теориялык жана практикалык экономиканын ажырагыс инструменттери катары каралат. Экономикалық-математикалық моделдөө теориясын өнүгүүсү экономикалық изилдөөлөрдүн фундаменталдык негиздерине таандык экени көрсөтүлгөн.

Иш менен камсыз кылуу теориясынын кыскача методологиялык негиздери жана негизги түшүнүктөрү көрсөтүлгөн. Бул жумуштуулук категориясы өндүруштүн материалдык факторлоруна карата экономикалық активдүү калктын иштешинин көйгөйлөрүн көбүрөөк мүнөздөйт.

Жумушсуздуктун негиздери жана негизги түшүнүктөрү көрсөтүлгөн. Жумушсуздуктун бардык негизги түрлөрү жана типтери келтирилген. Кыргыз Республикасынын азыркы социалдык-экономикалық абалына мүнөздүү болгон жалпы жана аялдардын жумушсуздугунун негизги түрлөрү, ошондой эле жумушсуздуктун жогорку деңгээлин аныктоочу негизги факторлор көрсөтүлгөн.

Жумушсуздук гендердик мүнөзгө ээ экени көрсөтүлгөн: 1992-жылдан 2020-жылга чейинки бардык изилдөө мезгилиnde расмий катталгандардын арасында да, жумушсуздардын жалпы санында да көпчүлүгү аялдар.

**Үчүнчү «Кыргыз Республикасынын эмгек рыногу үчүн математикалық моделдер жана маалыматтык технологиялар» бөлүмү** маселенин математикалык формулировкасына, аны чечүүгө жана эмгек рыногун болжолдоого арналган. Ошондой эле эмгек рыногу үчүн маалыматтык технологияларды жана машина үйрөнүү ықмаларын колдонууга арналган.

Кыргызстандын аймактары жана экономикалық активдүү же эмгекке жарандуу калктын санын п деп белгилейли. т болсо - экономиканын тармактары жана ар бир региондогу тармактар боюнча иштегендердин саны болсун, ошондой эле жумушсуздардын саны берилген жана чет өлкөлөрдөгү эмгек миграциясы боюнча маалыматтар белгилүү дейли. Анда төмөндөгү жалпы жумуштуулуктун тармактар аралык жана аймактар аралык таблицасын түзүүгө болот (табл. 3.1):

Таблица 3.1 – Эмгек ресурстарынын динамикалык тармактар аралык балансы

Ай- мак	Мигранттардын саны	эмгекке жарам- дуу калк	Экономиканын тармак- тары			Жумушсуз- дардын саны
			1	...	m	
1	P <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	q <sub>11</sub>	...	q <sub>1m</sub>	Q <sub>1</sub>
2	P <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>	q <sub>21</sub>	...	q <sub>2m</sub>	Q <sub>2</sub>
...	...	...	...	...	...	...
n	P <sub>n</sub>	Q <sub>n</sub>	q <sub>n1</sub>	...	q <sub>nm</sub>	Q <sub>n</sub>

Мында төмөнкү белгилөөлөр кабыл алынган: P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, ..., P<sub>n</sub> – аймактар боюнча республикадан кеткен жумушчу күчүнүн саны; Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, ..., Q<sub>n</sub> - аймактардагы эмгекке жарамдуу калктын саны; q<sub>11</sub> – 1-аймак боюнча 1-тармакта иштегендердин саны; q<sub>12</sub> – 1-аймак боюнча 2-тармакта иштегендердин саны; q<sub>1m</sub> – 1-аймак боюнча m-тармакта иштегендердин саны; жалпысынан q<sub>ij</sub> – j-аймак боюнча i-тармакта иштегендердин саны; q<sub>1</sub>, q<sub>2</sub>, ..., q<sub>n</sub> – аймактар боюнча жумушсуздардын саны. Анда, биз төмөнкү н тенденмелерди алабыз:

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

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

.....

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

(3.1) тенденмелер системасын *тышик* эмгек миграциясын эске алуу менен жалпы иши менен камсыз кылуунун баланстык тенденмелеринин системасы деп атайды. Эми биз моделизге төмөнкү коэффициенттерди киргизебиз:

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

(3.2) ар бир тармакта иштеген адамдардын санынын тиешелүү аймактын эмгекке жарамдуу калкынын санына карата катышын туюнтурган, б.а. жалпы иши менен камсыз болуунун деңгээлин алабыз.

Ошентип, a<sub>ij</sub> коэффициенттери экономиканын ар бир тандалган тармактарында, ар бир аймак боюнча иши менен камсыз болуу деңгээлинин көрсөткүчтөрү жана алар төмөнкү матрицаны түзөт:

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

Биз түзгөн (3.3)-матрица тармак жана регион боюнча жалпы жумуштуулуктун деңгээлин аныктайт, ошондуктан аны жалпы иши менен камсыз кылуу матрицасы деп атайды. Биз азыр (3.1), (3.2) жана (3.3) катыштарын колдонообуз. Бул учурда, жөнөкөйлүүлүк үчүн, n = m деп эсептейбиз.

Андан кийин, матрицалык жазуу формасын колдонуу менен:

$$\begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \dots \\ q_n \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

төмөнкү түрдөгү матрицалық теңдемени алабыз:

$$Q = A Q + q \text{ или } Q - A Q = q \quad (3.7)$$

Анда ақыркы теңдемеден төмөнкүнү алабыз:

$$(I - A) Q = q \quad (3.8)$$

Мында, I – бирдик матрицасы, Q жана q – векторлор-мамычалар.

Эми кээ бир ортодогу жыйынтыктарга токтололу. Эмгек эмиграциясын эске алуу менен жалпы жумуштуулуктун жана жумушсуздуктун түзүлгөн баланстык моделдери төмөнкүдөй натыйжаларды берет.

(3.8) теңдемесинин q-га карата чыгарылышы экономиканын негизги тармактарында аймактар боюнча, тышкы миграциянын берилген көрсөткүчү боюнча иштеген адамдардын берилген саны учун, ошондой эле эмгекке жарамдуу калктын белгилүү саны учун жалпы жумушсуздуктун деңгээлин аныктоого мүмкүндүк берет. Мындан тышкары, түзүлгөн моделдер жана алынган чечимдер негизги тармактарда жана региондордо ишке орноштуруунун аркандай варианттарын иштеп чыгууга, ошондой эле жалпы жумушсуздуктун деңгээлинин абалдарын изилдөөгө мүмкүндүк берет.

*Эмгек рыногунун аялдар сегменти учун баланстык модели.*

Эмгек рыногунун аялдар сегментине карата тармактар аралык балансынын схемасын түзөлүп. Аялдардын иш менен камсыз болушунун жана жумушсуздуктун баланстык моделин түзүү боюнча алгоритми жогоруда келтирилгендей. 3.1. - таблицасында көрсөтүлгөндөй ТАБ (МОБ) түзүлөт.

Аймактар жана экономикалык жактан активдүү же эмгекке жарамдуу аялдардын санын п деп белгилейли. m - экономиканын тармактары жана ар бир региондо тармактар боюнча иштеген аялдардын саны болсун, ошондой эле жумушсуз аялдардын саны берилсин жана аялдардын чет өлкөлөрдөгү эмгек миграциясы боюнча маалыматтар белгилүү болсун.

Баланстык моделде өзгөрмөлөр гана өзгөрөт: төмөнкү белгилөөлөр кабыл алынган:  $P_1, P_2, \dots, P_n$  – региондор боюнча республикадан кеткен аялдардын жумушчу күчүнүн саны;  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  - аймактардагы эмгекке жарамдуу аялдардын саны;  $q_{11}$  – 1-аймак боюнча 1-тармакта иштеген аялдардын саны;  $q_{12}$  - 1-аймак боюнча 2-тармакта иштеген аялдардын саны;  $q_{1m}$  - 1-аймак боюнча m-тармакта иштеген аялдардын саны; Жалпысынан  $q_{ij}$  - j-аймак боюнча i-тармакта иштеген аялдардын саны; ақырында,  $q_1, q_2, \dots, q_n$  – аймактар боюнча жумушсуз аялдардын саны. Андан ары, теңдемени q-га карата модел боюнча чыгаруу экономиканын тармактарында иштеген аялдардын, ошондой эле эмгекке жарамдуу аялдардын белгилүү саны жана аялдардын тышкы миграциясынын берилген көрсөткүчү аялдардын жумушсуздуктунун деңгээлин аныктоого мүмкүндүк берет.

Эмгек рыногуун оптималдаштыруу моделдери.

Оптималдаштыруу моделдеринин кийинки классы шарттуу оптималдаштырууга байланыштуу. Эмгек рыногу үчүн шарттуу оптималдаштыруу маселесин карап көрөлү. Максаттуу функция катары жалпы жумуштуулукту  $x_j$  ди тандайбыз. Төмөнкү классикалык түрдөгү оптималдаштыруу модели сунушталат:

$$\sum_{j=1}^n x_j \rightarrow \max, \quad j = \overline{1, n} \quad (3.18)$$

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = \overline{1, m}) \quad (3.19)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n} \quad (3.20)$$

Бул жерде  $\otimes$  - символу  $\leq, \geq$  же  $=$  дегенди билдирет. Эми (3.19) шартын карап көрөлү. Мында  $a_{ij}$  матрицасы технологиялык коэффициенттердин матрицасы болуп саналат жана өндүрүш техникасынын жолдорун чагылдырат. Мамыча-вектору  $b_i$  - экономиканын бардык негизги тармактарындагы ақыркы продукциясынын көлөмүн билдирет.

Эми жалпы же аялдардын жумушсуздугу максаттуу функция болгон ыктымалдуу оптималдаштыруу моделдерин түзүүнү карап көрөлү.

Оптималдаштыруунун регрессиялык модели төмөнкү формага ээ:

Функциянын минимумун тап:

$$y_{jk} = a_{0j} + \sum a_{ij} \cdot x_{ik} \rightarrow \min \quad (3.21)$$

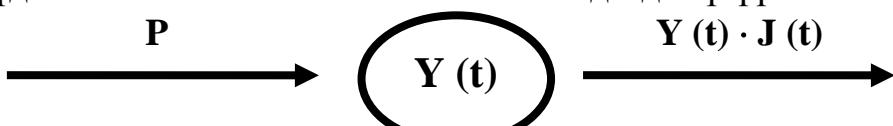
төмөнкү чектөөлөр берилген учурда:

$$\begin{aligned} c_{ik}^0 &\leq x_{ik} \leq c_{ik}^1 \\ b_{jk}^0 &\leq a_{0j} + \sum a_{ij} \cdot x_{ik} \leq b_{jk}^1 \end{aligned} \quad (3.22)$$

Бул моделде максаттуу функцияга карата регрессиялык тенденмелер колдонулат, чектөө шарттары да ушундай тенденмелер аркылуу түзүлөт.

*Аймактык эмгек рыноктору үчүн жумуштуулук модели.*

Аймактык эмгек рынокторунда толук иш менен камсыз кылуу проблемасы үчүн, жалпы иш менен камсыз болуу динамикасын изилдөө максатында, төмөнкүдөй экономикалык-математикалык моделди түзүүгө жана чечүүгө болот.



Мында, жаңы жумуш орундарын түзүү жана рынокко жаңы эмгек ресурстарын киргизүү аркылуу эмгек рыногуун толтуруу процесси көрсөтүлгөн.

Эмгек ресурстарынын ағылышы  $J(t) = 1 / K$  интенсивдүүлүгү менен аныкталат.

Андан кийин аймактын эмгек рыногунда иштеген адамдардын санынын  $\Delta t$  убакыт аралыгында өзгөрүүсү  $P \cdot \Delta t$  катышы менен аныкталат. Анда, иштегендердин санынын балансынын тенденмесин төмөнкү түрдө жаза алабыз:

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

Жөнөкөй математикалык өзгөртүүлөрдөн кийин,  $\Delta t$  нөлгө умтуулган чекке өткөндө, аймактын эмгек рыногунда иш менен камсыз кылуунун жылдык абалын баяндаган дифференциалдык тенденции алабыз.

$$y' = P - j(t) \cdot y(t) \quad (3.23)$$

Түзүлгөн моделди чыгаруу үчүн Эйлердин ачык ыкмасы колдонулат, аны ишке ашыруу үчүн эсептөө торчосу түзүлөт жана (3.23) дифференциалдык тенденции чектүү айырма тенденции катары жазылат:

$$y_{i+1} = y_i + \tau \cdot f(y_i, t_i) \quad (3.24)$$

$$f(y, t) = P - j(t) \cdot y(t)$$

Бул математикалык моделдин жардамы аркылуу маселенин тандалган параметрлеринде жана кабыл алынган божомолдорунда белгилүү бир аймактагы эмгек рыногунун динамикасын аныктоого жана көзөмөлдөөгө, белгилүү бир аймакта иштеген жумушчулардын максималдуу санын аныктоого, ошондой эле аймактагы эмгек рыногун түрүктештируу учурун эсептөөгө болот.

Эми диссертациялык иште колдонулган негизги регрессия моделдерин карап көрөлү.

Жупташкан сызыктуу корреляция учурунда математикалык модель төмөнкү түрдө берилет:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x \quad (3.25)$$

Мында,  $y$ -эндогендик өзгөрмө (мисалы, жумушсуздук же жумуштуулук деңгээли);  $x$  – экзогендик өзгөрмө,  $b_0$  жана  $b_1$  – регрессия тенденциинин эсептөүүчү коэффициенттери.

Кийинки регрессиялык модель форманын параболалык же квадраттык регрессиясын колдонуп, жыйынтыктуу белгилер менен фактордук белгилердин байланышын анализдейт:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2 \quad (3.26)$$

Эконометрикалык анализибиздин кийинки этабында гиперболалык регрессияга негизделген тиешелүү моделдер түзүлөт:

$$y = b_0 + b_1 / x \quad (3.27)$$

Биздин мындан аркы изилдөөбүз даражалуу регрессия тенденциинин негизинде эконометрикалык анализди камтыйт:

$$y = b_0 \cdot x^{b_1} \quad (3.28)$$

Корреляциялык-регрессиялык анализ процесси төмөндөгү тенденмеде баяндаган логарифмалык регрессия моделин түзүү менен уланат:

$$y = b_0 + b_1 \cdot \lg x \quad (3.29)$$

Диссертацияда иштелип чыккан колдонмо эконометрикалык анализ жана божомолдоо ыкмасы көрсөткүчтүү регрессиялык моделди түзүү менен аяктайт:

$$y = b_0 \cdot b_1^x \quad (3.30)$$

Белгилей кетүүчү нерсе, жогорудагы регрессиялык моделдер боюнча алгач жумушсуздуктун жана жумуштуулуктун катарларына анализ жүргүзөбүз, ошондуктан:  $y$  - жумушсуздуктун же жумуштуулуктун эндогендик өзгөрмөсү;  $x=t$  - убакыт (жыл, жарым жыл, квартал же ай). Андан кийин, бул моделдер боюнча негизги макроэкономикалык көрсөткүчтөрдөн көз каранды болгон жумушсуздуктун жана жумуштуулуктун жуптук регрессиясын анализдөөгө өтөбүз. Акырында көптүк регрессиялык моделдерди түзөбүз.

### **Жумушсуздуктун регрессиялык анализи.**

Биз 1992-жылдан 2020-жылга чейинки расмий жумушсуздукту жылдар боюнча да, жарым жылдыктар жана кварталдар боюнча да, айлар боюнча да (3.25) - (3.30) регрессиялык моделдерди колдонуу менен анализ жүргүзөбүз.

#### **Жумушсуздукту болжолдоо мисалы.**

1. Жылдар боюнча жумушсуздуктун сзыяктуу модели:

$$y_t = 2054,59 \cdot t + 11452,9 \quad (3.31)$$

2. Жарым жылдыктар боюнча жумушсуздуктун сзыяктуу модели:

$$y_t = 845,9 \cdot t + 17125,5 \quad (3.32)$$

3. Кварталдар боюнча жумушсуздуктун сзыяктуу модели:

$$y_t = 550,9 \cdot t + 11352,3 \quad (3.33)$$

Бул жерде үч сзыяктуу модель көрсөтүлгөн, аларда жумушсуздук убакыттан (1992-2020-жылдар үчүн), андан тышкары жылдар бою (29 чекит), жарым жылдык (58 чекит) жана кварталдар (116 балл) боюнча көз каранды. 2021-жылга божомол:

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

2022-жылга болжол:

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

Келээрки жылдарга болжолдоо жүргүзүү үчүн убакытка тиешелүү бүтүн санды ыйгарып, (3.31) эсептөө керек.

(3.32) жарым жылдыктар боюнча моделинде 2021-жылдын 1-жарым жылдыгына болжолдоону алабыз:

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

2021-жылдын 2-жарым жылдыгына болжолдоо:

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

Келээрки кайсы жарым жылдыкка болбосун болжолдоо жүргүзүү үчүн убакытка тиешелүү бүтүн санды ыйгарып, (3.32) ни эсептөө керек.

(3.33) кварталдар боюнча моделинде 2021-жылдын 1-кварталына болжолдоону алабыз:

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

2022-жылдын 1-кварталына болжолдоодо төмөндөгү маанини алабыз:

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

Жогорудагыдай эле, келээрки кайсы чейрек болбосун болжолдоо жүргүзүү үчүн убакыт өзгөрмөсүнүн тиешелүү маанисин кооп, (3.33) ту эсептөө керек.

1. Сзыяктуу модель төмөнкү түргө ээ:

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

2. Жумушсуздуктун параболалык модели:

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

3. Жумушсуздуктун гиперболалык модели:

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

4. Даражалуу регрессиялык модель:

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

5. Логарифмалык модель төмөндөгүдөй жазылат:

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

6. Көрсөткүчтүү регрессиялык моделди түзүү:

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

Жогорудагы моделдердин жардамы менен болжолдоону түзүү үчүн  $t$  нын маанисинне жарым жылдын керектүү санын ( $t > 58$ ) коюу жана тиешелүү моделди эсептөө жетиштүү экендиги түшүнүктүү. 3.3-3.5 - таблицаларда жумушсуздук боюнча болжолдоолор көлтирилген

Таблица 3.3 - Кыргызстан боюнча жалпы аялдардын жумушсуздугунун болжолдоосу (6 модел боюнча регрессиялык анализдин натыйжалары)

<b>Моделдердин типтери</b> $y$ – аялдардын жумушсуздугу $t$ – убакыт	<b>2021-жылга болжолдоо</b>	<b>2022-жылга болжолдоо</b>	<b>2023-жылга болжолдоо</b>	<b>2024-жылга болжолдоо</b>
$y = 8060,5 \cdot t + 1575,6$	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 3.4 - Кыргызстан боюнча расмий жумушсуздуктун болжолдоосу (6 модел боюнча регрессиялык анализдин натыйжалары)

<b>Моделдердин типтери</b> $y$ – аялдардын жумушсуздугу $t$ – убакыт	<b>2021-жылдын I жарымына карата болжолдоо</b>	<b>2021-жылдын II жарымына карата болжолдоо</b>	<b>2022-жылдын I жарымына карата болжолдоо</b>	<b>2022-жылдын II жарымына карата болжолдоо</b>
$y = 1744 \cdot t + 27882$	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 3.5 - Кыргызстан боюнча жалпы жумушсуздуктун болжолдоосу (б модел боюнча регрессиялык анализдин натыйжалары)

<b>Моделдердин типтери</b> <b>у – аялдардын жу- мушсуздугу t – убакыт</b>	<b>2021- жылга бо- лжолдоо</b>	<b>2022- жылга бо- лжолдоо</b>	<b>2023- жылга бо- лжолдоо</b>	<b>2024- жылга бо- лжолдоо</b>
$y = 15885,8 \cdot t + 16932,5$	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

*Жумуштуулуктун регрессиялык анализи.*

1. Аялдардын жумуштуулугунун сзыктуу модели:

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

Бул модель 1992-2020-жылдар боюнча түзүлгөн. 2021-жылы жумуш орду менен камсыз болгон аялдардын саны:

$$y = -0,3 \cdot 23 + 796,9 = 792,1 \text{ (мин иштеген аял)}$$

2022-жылга аялдардын жумуштуулугун болжолдоо:

$$y = -0,3 \cdot 24 + 796,9 = 791,8 \text{ (мин иштеген аял)}$$

2. Жалпы жумуштуулуктун сзыктуу модели:

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

Бул модель дагы 1992-2020-жылдар боюнча түзүлгөн. 2021-жылы жалпы жумуштуулук төмөндөгүдөй болот:

$$y = 21,7 \cdot 23 + 1573,6 = 1920,8 \text{ (мин иштеген аял)}$$

2022-жылга жумуштуулуктун жалпы болжолдоосу төмөнкүдөй болот:

$$y = 21,7 \cdot 24 + 1573,6 = 1942,5 \text{ (мин иштеген аял)}$$

3.8-3.9 таблицаларында аялдардын жана жалпы жумуштуулуктун бардык регрессиялык моделдери, ошондой эле жылдык болжолдоолор көрсөтүлгөн.

Таблица 3.8 - Кыргызстан боюнча жалпы жумуштуулуктун болжолдоосу (б модел боюнча регрессиялык анализдин натыйжалары)

<b>Моделдердин типтери</b> <b>у – аялдардын жу- мушсуздугу t – убакыт</b>	<b>2015- жылга бо- лжолдоо (мин адам)</b>	<b>2016- жылга бо- лжолдоо (мин адам)</b>	<b>2017- жылга бо- лжолдоо (мин адам)</b>	<b>2018- жылга бо- лжолдоо (мин адам)</b>
$y = 21,7 \cdot t + 1573,6$	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

Аялдардын иш менен камсыз болушун анализдөө көрсөткөндөй, аялдар иштегендердин жалпы санынын жарымынан азын түзөт, ал эми аялдардын жумушсуздугу, мурда белгиленгендей, тескерисинче, жумушсуздардын басымдуу бөлүгүн түзөт. Ошол эле учурда, аялдардын жумуштуулугу азайып, ал эми жумушсуздугу, тескерисинче, өсүү тенденциясына ээ.

Калган үч модел (гиперболалық, даражалық жана логарифмалық) 2021-жылга караганда төмөн болжолдуу маанилерди берет.

Эгерде 2021-жылы күтүлүп жаткан аялдар менен жалпы иш менен камсыз болгондордун минималдуу көрсөткүчтөрүн салыштырсак, анда аялдар жалпы иштегендердин 38% гана түзөт. 2022-жылга карата минималдуу көрсөткүчтөрдүн үлүшү 37,8% ды түзөт, башкача айтканда, иштеген аялдардын үлүшү төмөндөйт.

Таблица 3.9 - Аялдардын жана жалпы жумуштуулуктун болжолдоочу маанилери (мин адам)

<b>болжолдоочу маанилери</b>	<b>2021-жылга болжолдоо: minimum</b>	<b>2021-жылга болжолдоо: maximum</b>	<b>2022-жылга болжолдоо: minimum</b>	<b>2022-жылга болжолдоо: maximum</b>
Аялдардын жумуштуулугу	776,2	906,0	769,4	937,8
Жалпы жумуштуулук	1770,5	1970,4	1771,5	2006,1

#### *Аялдардын тармактардагы жумуштуулугунун регрессиялык анализи.*

Аялдардын тармактык жумуштуулугун анализдөө жана болжолдоо чоң мааниге ээ. Бул үчүн Кыргыз Республикасынын экономикасынын 10 негизги тармагы алынып, 1992-жылдан 2019-жылга чейинки мезгилде бул тармактарда аялдардын иш менен камсыз болушу боюнча маалыматтар биздин маалыматтык системага киргизилген. Мунун негизинде аялдардын иш менен камсыз болушуна регрессиялык анализ жүргүзүлүп, ар бир тармак үчүн (3.25) - (3.30) түрүндөгү алты типтеги моделдер түзүлгөн (бардыгы 60 модел).

#### *Көптүк регрессиянын моделдери.*

Негизги макроэкономикалык көрсөткүчтөрдөн көз каранды болгон жумушсуздуктун жана жумуштуулуктун көйгөйлөрүн карап көрөлү.

Көптүк регрессиянын төндемесин көрсөтөлү:

$$Y = -8667,02 - 1,8 \cdot X_1 - 22,8 \cdot X_2 - 13,04 \cdot X_3 + 63,8 \cdot X_4 + 1,4 \cdot X_5 + 3,0 \cdot X_6 \quad (3.34)$$

Жарым жылдык маанилер боюнча алынган аялдардын жумушсуздуктун көптүк регрессиялык төндемеси төмөндөгүдөй:

$$Y = -16456,7 - 1,04 \cdot X_1 - 32,5 \cdot X_2 + 86,7 \cdot X_3 + 44,1 \cdot X_4 + 0,8 \cdot X_5 - 0,8 \cdot X_6 \quad (3.35)$$

жана чейректик маанилер боюнча алынган жумушсуздуктун бир нече регрессиялык модели төмөнкүчө жазылган:

$$Y = -8352,5 + 1,2 \cdot X_1 - 23,0 \cdot X_2 + 164,9 \cdot X_3 + 55,4 \cdot X_4 + 0,8 \cdot X_5 - 0,8 \cdot X_6 \quad (3.36)$$

Мында, бардык моделдерде төмөнкү белгилөөлөр кабыл алынган:  $Y$  - жумушсуздук,  $X_1$  – ИДПнын маанилери,  $X_2$  – эмгек акы,  $X_3$  – экспорт,  $X_4$  – импорт,  $X_5$  – өнөр жай продукциясынын көлөмү,  $X_6$  – айыл чарба продукциясынын көлөмү.

*Жумушсуздуктун жана жумуштуулуктун убакыт катарларын эсептөө.*

Динамикалық катарларды анализдөө жана болжолдоо үчүн негизги модельдер катары төмөнкү полиномдук тенденмелер каралат:

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t \quad (3.40)$$

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 \quad (3.41)$$

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 \quad (3.42)$$

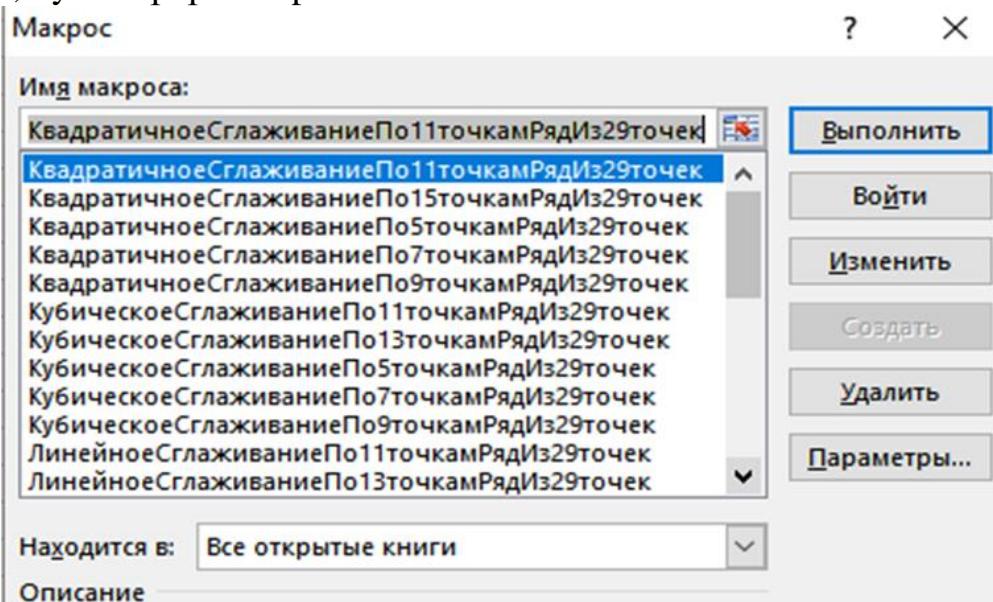
$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4 \quad (3.43)$$

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4 + a_5 t^5 \quad (3.44)$$

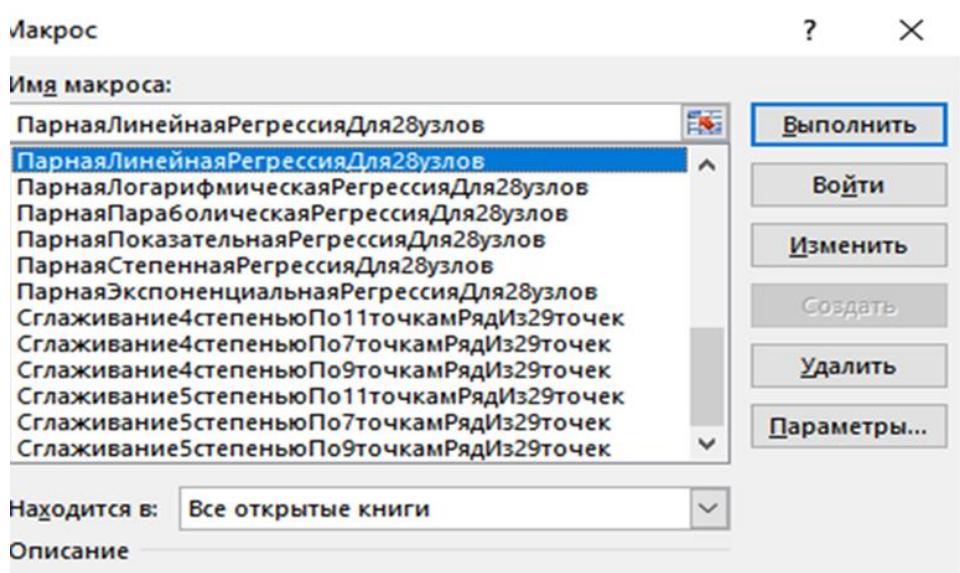
Мында  $\bar{Y}_t$  - жумушсуздуктун жана жумуштуулуктун катарлары,  $t$  – убакыт мезгили,  $a_i$  - полином коэффициенти, алар анализдин жүрүшундо эсептелинет.

Төмөнкү 3.1 – 3.2- сүрөттөрдө Excel электрондук таблицасында колдонуу үчүн Visual Basic v.6.0 программасындагы макростордун скриншоттору көрсөтүлгөн.

Мугалим менен машиналык окутууну колдонуу бонча коюлган маселелерди чыгаруу үчүн төмөнкү негизги программалык каражаттар колдонулат: Python программалоо тили, Python тилиндеги веб-тиркемелер үчүн Django фреймворку, Python үчүн математикалык библиотекалар: Math библиотекасы, Statsmodel библиотекасы, Pythonдогу машиналык окутуунун Scikit-learn библиотекасы, Python үчүн Matplotlib.



3.1-сүрөт. Макроиндикаторлордун квадраттык, кубдук жана убакыттык катар анализи үчүн макростордун тизмесинин скриншоту



3.2-сүрөт. Сызыкуу жана сызыкуу эмес регрессия үчүн макростордун скриншоту

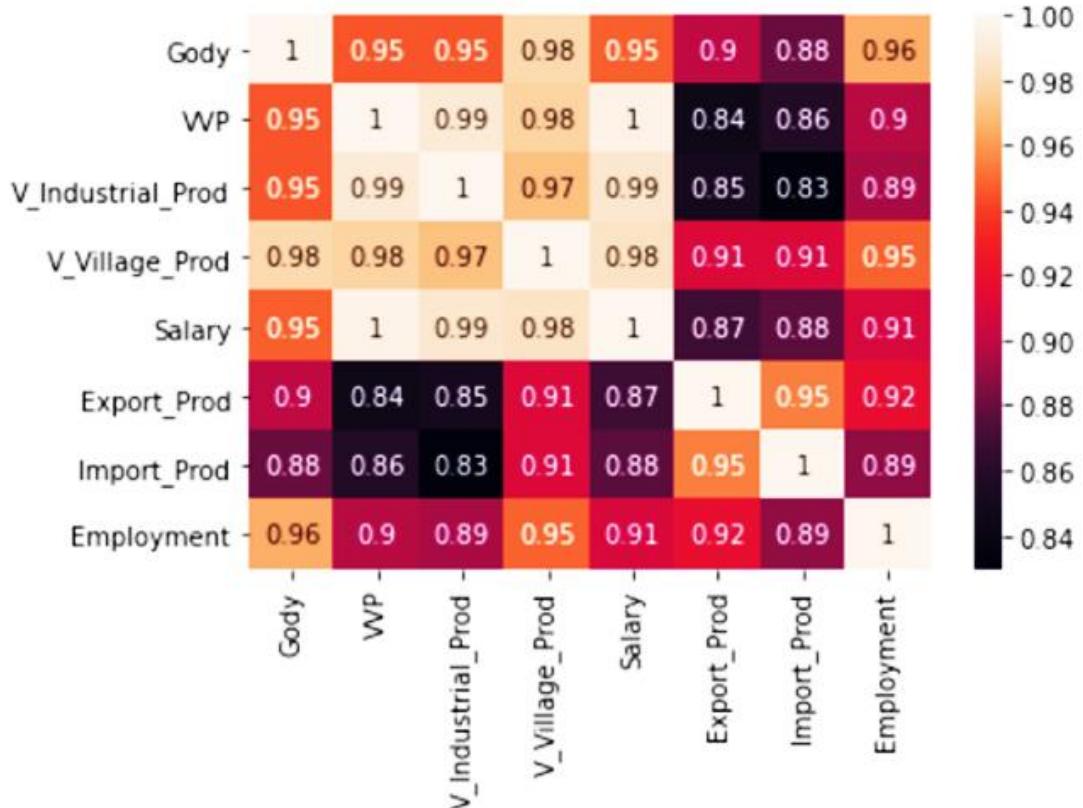
	Gody	VVP	V_Industrial_Prod	V_Village_Prod	Salary	Export_Prod	Import_Prod	Employment
0	1992	741.3	577.6	372.7	13.6	317.0	420.7	1835.9
1	1993	5354.7	3423.9	3026.8	83.8	348.3	497.5	1680.6
2	1994	12019.2	7410.5	7012.7	233.4	372.7	497.2	1645.4
3	1995	16145.1	7126.4	9738.2	368.2	448.0	726.0	1641.7
4	1996	23399.3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

3.4-сүрөт. Маалыматтар базасынын скриншоту

*Маалыматтар базасын алдын ала изилдөө.*

ИДПнын маанилерин, өнөр жай жана айыл чарба продукциясынын көлөмдөрүн, эмгек акыны, экспортту жана импортту камтыган маалымат базасын карап көрөлү (3.4-сүрөт).

Көптөгөн өзгөрмөлөр максаттуу өзгөрмө менен, б.а. жумуш менен байланышат. Корреляция матрицасы кандай болоорун элестетип көрөлү (3.8-сүрөт).



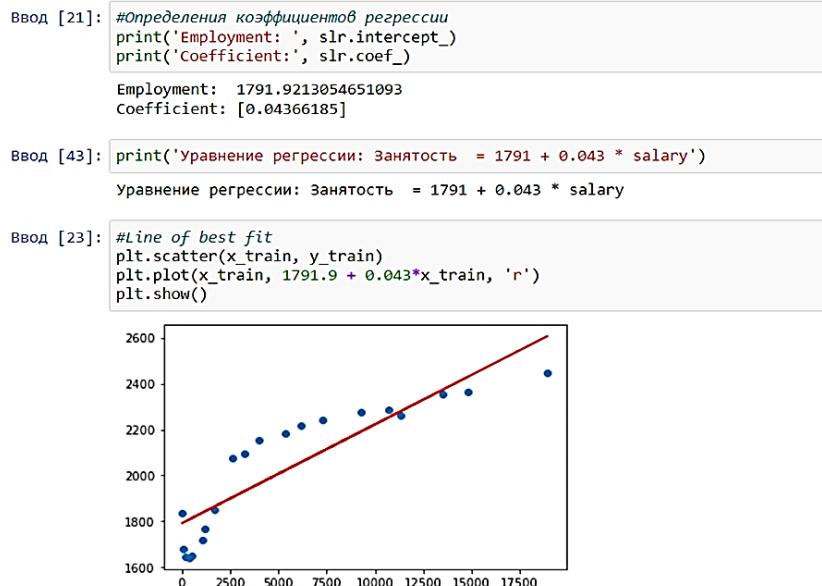
3.8 –сүрөт. Негизги корреляциялык матрицанын визуализациясы

Эми регрессиялык анализдин технологиясы бонча болжолдоонун жыйынтыгын келтирели. Дисперсия төмөн аз же барабар экени көрүнүп турат:

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

Бир өлчөмдүү регрессиянын формуласы:  $Y = \beta_0 + \beta_1 X + e$ . Мында,  $Y$  – көз каранды өзгөрмө/ максаттуу өзгөрмө;  $\beta_0$  - регрессиялык сзыякты кесип өтүү;  $\beta_1$  - сзыяк көбөйүп же азайып жатканын айтып турган регрессиянын ийри сзыягынын эңкейиши,  $X$  – көз карандысыз өзгөрмө; жана  $e$  – ката.

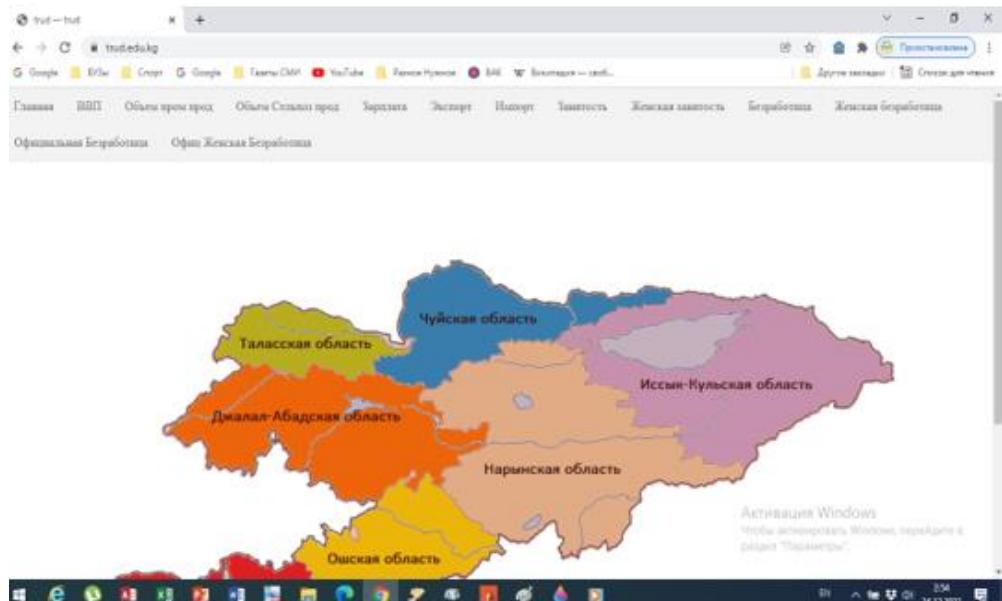
Тенденце:  $Employment = \beta_0 + \beta_1 X + \text{ката}$ . Жалпы жумуштуулук үчүн бир өлчөмдүү регрессиянын ишке ашыруу процессин келтирели (3.20-сүрөт).



3.20-сүрөт. Иш менен камсыз кылуунун сзыктуу бир өзгөрмөлүү регрессиянын натыйжалары.

Диссертациялык иштин алкагында Кыргыз Республикасынын эмгек рыногундагы жана социалдык чөйрөсүндөгү көйгөйлөрдү изилдөөгө арналган веб-сайт түрүндө атайын интернет-портал иштелип чыккан жана түзүлгөн. Албетте, бул портал «Эмгек рыногу» маалыматтар системасын камтыйт.

Төмөндө веб-сайттын башкы бетинин скриншоту келтирилген (3.33-сүрөт).



3.33-сүрөт. Сайттын негизги барагы.

## КОРУТУНДУ

Изилдөөнүн жүрүшүндө төмөндөгү негизги жыйынтыктар алынган:

1. Математикалык моделдөө жана маалыматтык технологиялар методдоруна негизделген эмгек рыногуна талдоо жүргүзүү жана мониторинг

жүргүзүү, Кыргыз Республикасында иш менен камсыз болуу жана жумушсуздуктун динамикасын, эмгек ресурстарынын абалын сандык жана сапаттык талдоо жана болжолдоо методологиясы сунушталат.

2. Тармактар аралык тең салмактуулук теориясынын негизинде тышкы жана ички эмгек миграциясын эске алуу менен эмгек ресурстарынын, иш менен камсыз кылуунун жана жумушсуздуктун жаңы баланстык моделдери, ошондой эле гендердик компонентти эске алуу менен баланстык моделдер иштелип чыгат жана чечилет.

3. Эмгек рыногунун негизги көрсөткүчтөрүнүн сыйыктуу жана сыйыктуу эмес болжолдоочу моделдери иштелип чыккан, сыйыктуу жана сыйыктуу эмес регрессиянын моделдерин жана фактордук анализди колдонуу менен сандык эксперименттер жүргүзүлгөн. Иш менен камсыз кылуунун жана жумушсуздуктун негизги макроэкономикалык факторлордон (ИДП, эмгек акы, өнөр жай жана айыл чарба продукциясынын көлөмү, экспорт, импорт ж.б.) математикалык көз карандылыгы регрессиялык жана фактордук анализдин моделдер түрүндө белгиленет.

4. Эмгек рыногунун негизги көрсөткүчтөрүн болжолдоо үчүн машиналык үйрөнүү теориясына негизделген жаңы методдор жана моделдер сунушталган. Иш менен камсыз кылуу жана жумушсуздук үчүн болжолдуу моделдерди түзүү үчүн көзөмөлдөнгөн машина үйрөнүү ыкмалары колдонулат. Негизги макроэкономикалык көрсөткүчтөргө жарааша жалпы иш менен камсыз болуу жана жумушсуздук үчүн бир нече регрессиялык болжолдуу моделдер иштелип чыккан.

5. Эмгек рыногун талдоо жана болжолдоо үчүн маалымат системасы иштелип чыккан, ал маалымат базасынан, экономикалык-математикалык моделдерден жана колдонмо программалык комплекстерден турат. Ал моделдик эсептөө эксперименттерин уюштурууга багытталган, анын негизинде башкаруу чечимдерин қабыл алууга жана иш менен камсыз кылуу жаатынданагы маселелер боюнча илимий-практикалык сунуштарды иштеп чыгууга болот.

## **ДИССЕРТАЦИЯНЫН ТЕМАСЫ БОЮНЧА ЖАРЫЯЛАНГАН ИШТЕРДИН ТИЗМЕСИ:**

1. 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. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25417287%20>

2. 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(65). –С.317-321. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25639418>

3. 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. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26180083%20>

4. Асанбекова, Н.О. Информационная система и математические модели для региональных экономик [Текст]. / С.К. Бийбосунова, Б.Д. Давлятова, У.Т. Керимов, Н.О. Асанбекова, // СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ, Бишкек. -2016. -26(4). –С.75-82. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32736557%20>

5. 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. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25594668>

6. 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. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29958851%20>

7. 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. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-journal.kg/ru/journal/1/2019/5/>

8. 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. – То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-journal.kg/ru/journal/2/archive/13662>

**05.13.16 - илимий изилдөөлөрдө эсептөө техникаларын, математикалык моделдөөнү жана математикалык методдорду колдонуу адистиги боюнча физика-математика илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн Асанбекова Нуразат Орозобековнанын «Кыргыз Республикасынын эмгек рыногу үчүн математикалык экономиканын маалыматтык системалары жана ыкмалары» темасында диссертациясынын**

## РЕЗЮМЕСИ

**Ачкыч сөздөр:** эмгек рыногу, жумушсуздук, иш менен камсыз кылуу, гендердик саясат, маалыматтык технологиялар, маалымат системасы,

экономикалык жана математикалык моделдөө ықмалары, машинаны үйрөтүү моделдерди жана алгоритмдери, болжолдоо, баланстык модель.

**Изилдөөнүн объектиси** экономикалык-математикалык модели болуп 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 ықмаларын колдонуу менен математикалык моделдөө, эконометрикалык болжолдоо ықмаларына негизделген системалуу мамиле.

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

**Алынган натыйжалар жана алардын жаңылыгы:** математикалык экономиканын методдорун колдонуу менен эмгек рыногу үчүн математикалык моделдер иштелип чыккан; улуттук жана региондук деңгээлдерде жумушсуздукка жана жумуштуулукка корреляциялык-регрессиялык талдоо жүргүзүү үчүн эконометрикалык моделдер жана методдор сунушталган. Окшош моделдер эмгек рыногунун аял сегменти үчүн сунушталган; негизги экономикалык факторлорго: ИДПГа, эмгек абыга, экспортко жана импортко, өнөр жай жана айыл чарба продукциясына жараша жалпы жумуштуулук жана жумушсуздук, жумушсуздуктун жана жумуштуулуктун көп регрессиялык моделдери сунушталган, маалымат базаларынан, экономикалык жана математикалык моделдерден турган маалымат системасы иштелип чыккан. жана Кыргыз Республикасынын эмгек рыногун талдоо жана прогноздоо үчүн машиналык үйрөнүүнүн заманбап методдору колдонулат.

**Колдонуу чөйрөсү:** диссертациянын натыйжалары иш менен камсыз кылуу кызматында, Кыргыз Республикасынын Эмгек жана социалдык өнүктүрүү министрлигинде, эмгек рыногу боюнча саясатты иштеп чыгууда колдонулушу мүмкүн. Натыйжалар «Чечим кабыл алуу теориясы» темасы боюнча дисциплиналарды окутуунун окуу процессинде да сунушталышы мүмкүн

## РЕЗЮМЕ

диссертации Асанбековой Нурзат Орозобековны на тему «Информационные системы и методы математической экономики для рынка труда

**Кыргызской Республики» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.16 - применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях**

**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 экономико-математическая модель.

**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.

**Полученные результаты и их новизна:** 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; общей занятости и безработицы, 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, разработана информационная система, которая состоит из базы данных, экономико-математических моделей и пакетов прикладных программ, для анализа и прогноза рынка труда Кыргызской Республики, применяются современные методы машинного обучения.

**Область применения:** результаты диссертации могут быть использованы в службе занятости, министерстве труда и социального развития Кыргызской Республики, при разработке политики для рынка труда. Результаты также могут быть рекомендованы в учебном процессе преподавания дисциплин по теме «Теория принятия решений»

## 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**

**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 an economic-mathematical model.

**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 results obtained and their novelty:** mathematical models for the labor market have been 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; general employment and unemployment, multiple regression models for unemployment and employment are proposed depending on the main economic factors: GDP, wages, exports and imports, industrial and agricultural output, an information system has been developed, which consists of databases, economic and mathematical models and application software packages, for the analysis and forecasting of the labor market of the Kyrgyz Republic, modern methods of machine learning are used.

**Scope:** the results of the dissertation can be used in the employment service, the Ministry of Labor and Social Development of the Kyrgyz Republic, in the development of policies for the labor market. The results can also be recommended in the educational process of teaching disciplines on the topic "Decision Theory"



Өлчөмү 60x84 1/16. Көлөмү 1,75 б.т.  
Офсет кагаз. Офсеттик басуу. Нускасы 100.

«Сарыбаев Т.Т.» Ж.И.  
Бишкек ш., Раззаков көч, 49  
т. 0 708 058 368  
e-mail: talant550@gmail.com