

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

*На правах рукописи*

АКРАМОВА ГУЛЁРА АБДИХАЛИКОВНА

АНАЛИЗ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ  
ИХ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Научная специальность 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка  
информации, статистика

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор физико-математических наук, профессор

Малафеев Олег Алексеевич

Санкт-Петербург

2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Глава 1. Методология демографических исследований и источники данных о населении Республики Узбекистан.....	13
1.1 Демографические показатели и численность населения Республики Узбекистан.....	16
1.2 Демографическая структура по возрасту и полу в Республике Узбекистан.....	20
1.3 Демографический потенциал и поддержание рождаемости в Республике Узбекистан.....	26
1.4 Анализ рождаемости в демографическом процессе: Демографические тенденции в Узбекистане.....	30
1.5 Основные результаты и выводы по первой главе.....	32
Глава 2. Анализ перспектив демографического развития Республики Узбекистан.....	34
2.1 Демографические аспекты старения населения в Узбекистан.....	34
2.2 Анализ демографической смертности в Узбекистане из-за внешних факторов.....	40
2.3 Формирование и развитие семейной демографии в Узбекистане.....	45
2.4. Особенности миграционных тенденций в Узбекистане.....	52
2.4.1 Современные миграционные тенденции в Республике Узбекистан.....	56
2.5 Основные результаты и выводы к второй главе.....	60
Глава 3. Разработка модели для анализа демографических процессов в Республике Узбекистан.....	63
3.1. Моделирование демографических процессов в Республики Узбекистан.....	64
3.2. Теоретическая основа создания моделей.....	89
3.3 Статистические методы анализа и моделирования периодических демографических данных.....	103
3.4 Результаты исследования демографических процессов.....	121
3.5 Основные результаты и выводы к третьей главе.....	143
Заключение.....	145
Список литературы.....	148
Приложение.....	161

## Введение

Демография представляет собой область знания, посвященную изучению населения. Специалисты в этой сфере, известные как демографы, стремятся понять, как изменяется численность людей, анализируя ключевые процессы: рождаемость, брак, миграцию и старение, включая смерть. Эти процессы влияют на численность населения, а также на то, как люди организуют свою жизнь на планете, формируют нации и общества, а также развивают свою культуру [1].

Демографы собирают информацию в основном через государственные переписи, а также регистры рождения и смерти. Однако точность этих данных может варьироваться в зависимости от качества официальных отчетов. В дополнение к этому демографы также используют косвенные данные, исследуя небольшие группы людей. Эти выборки подвергаются анализу с применением статистических моделей, что позволяет делать выводы о всей популяции.

Исследования в области демографии проводятся в университетах, научно-исследовательских институтах, а также в статистических органах и международных организациях.

Среди них можно отметить демографические институты, входящие в сеть SICRED (Международный комитет по координации демографических исследований), а также ученых, работающих в рамках Международной ассоциации наук о народонаселении [1,2].

Агентство статистики при Президенте Республики Узбекистан и его научно-исследовательский институт, который направлены на поддержку семейных исследований.

Важными инициативами являются создание научно-образовательной лаборатории «Семейная демография» и разработка национальной порталной сети «Демография» в Узбекистане [2,88].

Современный Узбекистан обладает значительным демографическим потенциалом. На декабрь 2024 года численность постоянного населения страны составила 37 миллионов 535 тысячи 938 человек, из которых 18 миллионов 858 тысяч 056 — мужчины и 18 миллионов 595 тысячи 305 — женщины. По уровню демографического потенциала Узбекистан занимает одно из ведущих мест среди стран СНГ [1,87].

Прогнозирование численности и демографической структуры населения выполнено в трех сценариях будущих изменений: «среднем», «высоком» и «низком». Сценарий «средний» отражает наиболее вероятный путь развития демографической ситуации.

«Высокий» и «низкий» сценарии обозначают границы возможного будущего течения событий, принимая во внимание нестабильность исходов, описываемых в «средний» сценарии. Эти границы задаются в качестве пределов, за рамки которых скорее всего не выйдут показатели по демографии в течение анализируемого временного отрезка или на текущий момент [2,90].

В республике рождаемость все больше контролируется на уровне семьи. Государство осуществляет политику, направленную на укрепление семейных связей, улучшение здоровья матерей и детей, акцентируя внимание на концепции «разумной рождаемости», что приносит ощутимые результаты.

#### **Актуальность темы исследования.**

Демографические процессы включают несколько важных аспектов, которые имеют значение как для науки, так и для практической политики. Такие явления, как рождаемость, смертность, брачность и старение населения, сильно влияют на социально-экономическое развитие стран и регионов. В условиях глобализации и изменения образа жизни понимание этих процессов становится особенно актуальным для прогнозирования будущих тенденций и разработки эффективных управленческих стратегий [2,55].

Современные методы моделирования позволяют более детально анализировать сложные демографические системы, учитывая различные факторы и их взаимодействие. Использование математических и

статистических моделей открывает возможности для выявления закономерностей, которые могут быть упущены при традиционных методах анализа [1,60].

Изменения в демографии тесно связаны с вопросами устойчивого развития, социальной политики и планирования ресурсов. Для правительств и организаций важно осознавать, как демографические изменения могут повлиять на такие сферы, как здравоохранение, образование, пенсионные системы и рынок труда [3,56].

Исследования в области моделирования демографических процессов способствуют развитию теоретических основ этой науки и помогают улучшать существующие модели, адаптируя их к новым вызовам и реальностям [3,57].

Анализ и изучение демографических систем с применением методов моделирования представляет собой актуальную и значимую область, которая углубляет понимание демографических изменений и их последствий для общества [2,5,61,88].

### **Цели и задачи диссертационной работы.**

Основная цель и задача данной диссертации заключаются в всестороннем исследовании демографических систем и процессов с применением математического моделирования. Для достижения этой цели предложено следующее:

Анализ демографических процессов заключается в создании и тестировании подходов для обеспечения стабильного роста в нашей стране. Для этого необходимо всесторонне проанализировать демографические изменения, развивать национальный контент, а также разработать программное обеспечение и прикладную модель демографических процессов [1,3,88].

Важной целью является формулирование предложений по оптимизации демографической стратегии, направленной на устойчивое развитие и повышение качества жизни, основываясь на результатах моделирования, разработка платформы для прогнозирования и методологических подходов,

которые могут быть использованы госучреждениями и научными центрами для долгосрочного анализа демографической ситуации [2,58].

Для успешного выполнения данных задач необходимо углубить теоретические знания о демографических процессах и разработать практические инструменты для их исследования и управления. В числе поставленных **задач**:

1. Создание национального демографического портала для свободного доступа к информации.
2. Сравнительный анализ международного опыта в создании подобных порталов.
3. Разработка демографического паспорта для регионов (районов и городов) Узбекистана [55].
4. Создание интерактивной демографической карты для различных регионов страны.
5. Разработка цифровой библиотеки, включающей результаты исследований и мультимедийные материалы, а также научную и статистическую инфографику [88].
6. Проведение научных и прикладных исследований для формирования теоретической базы системы электронной демографии (Е-демографии) в Узбекистане [88].
7. Создание системы информирования о населении и уровне жизни для широкой аудитории.
8. Разработка единой платформы для мониторинга обновлений данных и публикации открытой информации, что способствует актуализации данных.

### **Научная новизна**

На сегодняшний день демографическая ситуация в Узбекистане демонстрирует относительную стабильность и ряд положительных тенденций, имеющих долговременное значение. В стране наблюдается рост численности населения с умеренным воспроизводством, что связано с влиянием системы

преобразований в экономических и социальных отношениях, а также с изменениями в репродуктивном поведении граждан [57-59].

В процессе независимого развития уровень рождаемости значительно уменьшился, что также способствовало улучшению возрастной структуры населения и снижению смертности, особенно по социально важным показателям. Развитие населения в различных регионах республики в целом соответствует общему направлению по стране, однако существуют определенные территориальные различия, включая различные размеры населения в разных областях [54-56].

В данном исследовании представлен всесторонний анализ демографических систем и процессов с применением современных методов моделирования. Научная новизна заключается в следующих аспектах:

1. В данном исследовании классические демографические модели были интегрированы с новейшими подходами, такими как агентное моделирование и системные симуляции. Это позволяет более точно учитывать сложные взаимодействия между различными демографическими факторами [60].

2. Проведен подробный анализ факторов, влияющих на изменения численности населения, таких как брачность, рождаемость и смертность. Моделирование этих процессов помогает выявить возможные сценарии изменения демографической ситуации в различных регионах [2,5].

3. Используются методы анализа больших данных для обработки и интерпретации демографической информации. Это открывает новые горизонты для понимания тенденций и закономерностей в демографических процессах [3].

4. Разработаны прогнозные сценарии, учитывающие разнообразные социальные, экономические и экологические факторы. Это позволяет более точно прогнозировать изменения в структуре населения и его потребностях.

5. Результаты данного исследования могут быть полезны для формирования эффективных стратегий управления населением и социального

планирования, что особенно актуально в условиях глобализации и быстрого изменения демографической ситуации [1,3,87].

Таким образом, данное исследование вносит значительный вклад в развитие теории и практики демографического анализа, предлагая новые инструменты для понимания и прогнозирования демографических процессов.

### **Теоретическая значимость работы**

Теоретические подходы к анализу демографических процессов имеют серьезное научное значение и могут быть эффективно использованы для исследования демографических проблем, с которыми сталкивается узбекское общество в наше время.

Подтверждением теоретической значимости данной работы является участие в ряде научно-исследовательских проектов:

- Грант RusMir\_2022: Моя Инновационная Россия, номер договора: 2606Гр/П-461-22, Фонд Русский мир: 399 348 руб., 1/06/22 → 30/12/22

- Грант RusMir\_2022: Моя Инновационная Россия, номер договора: 2640Гр/П-155-23 Фонд Русский мир: 399 002 руб., 3/07/23 → 30/11/23/22

**Практическая значимость работы.** В результате проведенных исследований можно выделить практическую ценность работы. Она заключается в возможности применения полученных результатов для создания региональных нормативных актов, которые регулируют социальные, технологические и организационные аспекты управления демографическими процессами.

Кроме того, материалы диссертации могут быть полезны при разработке целевых программ на уровне региона, касающихся демографической политики.

Выводы и основные положения исследования призваны содействовать улучшению управления демографическими процессами в соответствующем регионе.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертационной работы были представлены и обсуждены на следующих конференциях:

- III Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Брянского государственного инженерно-технологического университета, «Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты», 26-27 ноября 2020 г., Брянск, Россия, стр 593-596, Демографическая призма социального развития, 3 стр. [54]
- IV Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Современные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук», 25 январь 2021 г., Брянск, Россия, стр 54-67, Демографическая ситуация в стране, ее влияние на экономику, 7 стр. [55]
- Проблемы автоматизированных технологий обучения, Самарский университет международная научно-техническая конференция «Перспективные информационные технологии» ПИТ-2021, 24 – 27 мая 2021 г. Самара, Россия, Demographic prism of social development, стр 3-5. [60]
- Проблемы автоматизированных технологий обучения, Самарский университет международная научно-техническая конференция «Перспективные информационные технологии» ПИТ-2021, 24 – 27 мая 2021 г. Самара, Россия, Demographic situation in the country, its impact on the economy, стр 5-11. [61]
- Международный журнал гуманитарных и естественных наук, статьи в журнале №12-4 2023 г, ISSN 2500-1000, Россия, Model of active interaction between internet providers in the context of a multi-agent environment, стр 124-129, DOI:10.24412/2500-1000-2023-12-4-124-128. [58]
- Международный журнала «Научный аспект», №12-2023 том 32, номер 12/23-19-056, ISSN 2226-5694, Россия, Dynamic model of competitive interaction of firms with taxation in the market, стр 4072-4080. [59]
- Журнал «Перспективы науки», Выпуск №2 (173) 2024, ISSN 2077-6810, Россия, Рождаемость и прирост населения от матричной модели популяции, стр 29-32. [56]
- Журнал «Перспективы науки», Выпуск №3 (174) 2024, ISSN 2077-6810, Россия, Репродуктивная ценность из матрицы модели, стр 18-21. [57]

- Программ ЭВМ и Баз Данных в ФГБУ ФИПС (Роспатент) «Программный комплекс для анализа демографических данных на основе государственного электронного реестра», № RU2024666023 от 09.07.2024 г. [4, П2]

**Личный вклад.** Все достижения, представленные в диссертационной работе, были получены автором самостоятельно.

**Публикации.** Главные результаты исследования отражены в 8 публикациях. Из них 2 статьи опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК, а 6 — в материалах конференций. Также имеется свидетельство о государственной регистрации программного обеспечения для ЭВМ и АКТ о внедрении научных и практических результатов научного исследования.

### **Краткое описание структуры диссертации**

Диссертация включает введение, три главы и заключение. Общий объем работы составляет 163 страницы, среди которых находятся 32 иллюстрации и 22 таблиц. Список использованной литературы насчитывает 95 источника.

Диссертационная работа делится на три главы, каждая из которых рассматривает различные аспекты демографии в Узбекистане. В первой главе под названием «Методология демографических исследований и источники данных о населении Республики Узбекистан» анализируются ключевые методы и подходы, применяемые для изучения демографических процессов.

Во второй главе, озаглавленной «Анализ перспектив демографического развития Республики Узбекистан», рассматриваются важные аспекты и тенденции, влияющие на демографическую ситуацию. Здесь акцентируется внимание на динамике рождаемости, смертности, брака и миграции, а также анализируются изменения в возрастной структуре населения.

Третья глава «Разработка модели для изучения демографических процессов в Республике Узбекистан». Эта глава посвящена разработке и обоснованию моделей, которые помогут в изучении и прогнозировании демографических изменений, происходящих в стране. В ней акцентируется внимание на основных демографических показателях, таких как уровень

рождаемости, смертности, брачности и возрастная структура населения, а также их воздействие на социально-экономическое развитие Узбекистана.

Кроме того, рассматриваются ограничения модели и возможные направления для будущих исследований. Подчеркивается, что созданная модель может стать основой для более глубокого понимания демографических процессов и их влияния на устойчивое развитие Республики Узбекистан.

В заключении подведены итоги исследования и сформулированы основные выводы.

### **Основные научные результаты**

1. В рамках данной исследовательской работы был разработан демографический паспорт для различных регионов, включая районы и города, Республики Узбекистан. Методология сосредоточена на улучшении эффективности демографических процессов и охватывает такие важные аспекты, как рождаемость, бракосочетание, уровень смертности и иные факторы, влияющие на развитие общества в демографическом плане. В результате проведенного исследования был создан алгоритм и подход для анализа демографических процессов [57,58,88].

2. Разработано программное обеспечение для внедрения созданной прикладной модели демографических процессов. Надежность полученных научных результатов и выводов подтверждена испытанием алгоритмов и программ, а также их практическим использованием в лаборатории «Семейная демография» [4,56,88,91].

3. На действующем программно-аппаратном комплексе в лаборатории «Семейная демография» был создан «Программный комплекс для анализа демографических данных на основании государственного электронного реестра». Этот комплекс позволяет осуществлять исследования в Узбекистане и подчеркивает важность рассматриваемой темы [4,57,88,91].

Достоверность полученных результатов была подтверждена через их представление на научных конференциях.

### **Положения, выносимые на защиту**

Данное исследование вносит важный вклад в анализ демографических процессов в Республике Узбекистан, благодаря нескольким основным достижениям:

1. Создание Демографического паспорта для регионов: Разработана новая методология для формирования Демографического паспорта, охватывающего районы и города Узбекистана. Этот паспорт включает ключевые показатели, такие как уровень рождаемости, показатели смертности, брачности и другие значимые факторы, влияющие на демографическое развитие [4,56,88,91].

2. Увеличение эффективности анализа демографических процессов: Созданы алгоритмы и методики для глубокого анализа текущей демографической ситуации. Эти подходы позволяют прогнозировать изменения в демографической структуре, выявлять потребности общества и разрабатывать государственные меры для устойчивого развития нации [4,57,91].

3. Программная реализация моделей демографических процессов: Разработана практическая модель демографических процессов, которая была реализована в виде программного обеспечения. Программный комплекс для анализа демографических данных был создан и протестирован в лаборатории «Семейная демография», что подтверждает его практическую применимость и эффективность [4,56,88].

4. Тестирование и практическое внедрение: Надежность научных выводов и результатов подтверждена тестированием разработанных алгоритмов и программного обеспечения. Эти алгоритмы и методы успешно протестированы и внедрены в реальную практику [4,88].

5. Внедрение на уровне государства: Программный комплекс для анализа демографических данных был создан на основе государственного электронного реестра. Это подчеркивает важность демографических данных для социально-экономического планирования и управления в Узбекистане [4,91].

## **Глава 1. Методология демографических исследований и источники данных о населении Республики Узбекистан**

Демографическая статистика — одно из направлений социально-экономической статистики, осуществляющее сбор, обработку, анализ и изложение данных, характеризующих численность, состав, размещение и движение населения стран, территорий или отдельных групп населения с применением статистических методов.

Раздел IV Указа Президента Республики Узбекистан № ПФ-87 от 7 марта 2022 года «О мерах по дальнейшему ускорению работы по системной поддержке семьи и женщин» - Укрепление института семьи, 4.3 Направление - Стимулирование демографической развитие и повышение уровня семейного благосостояния, пункт 91 - Проведение научных исследований по укреплению института семьи, в целях привлечения к нему молодежи, создать научно-образовательную лабораторию «Семейная демография» и в Узбекистане Задача определено создание национальной портальной сети «Демография».

При этом реализация задач, предусмотренных постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 21.10.2019 № 888 «О дополнительных мерах по развитию национального контента в глобальной информационной сети Интернет» и политическая, в целях повышения и усиления роли демографии в социально-экономическом аспекте, необходимость создания сети «Национальный демографический портал» и проведения исследований в Узбекистане указывает на актуальность темы данного проекта.

Демографическая информация о населении должна соответствовать следующим критериям: быть конкретной, детальной, полной, достоверной и систематической.

Основными источниками данных о населении в демографии являются:

- переписи населения;
- текущий учет демографических событий;
- списки и регистры населения;

- выборочные и специальные демографические исследования [1,3,8,16,60].

Перепись населения – это научно организованный процесс сбора и обработки по единой методике демографических и социально-экономических сведений обо всем населении данной страны или территории на определенный момент времени [2,3,8,16,55]. Перепись населения позволяет получить социально-демографические, экономические характеристики населения, которые необходимы для прогнозирования и управления развитием общества.

К основным принципам проведения переписи населения относят следующие:

- всеобщность – сведения собираются обо всех жителях территории, на которой проводится перепись;

- одномоментность – сведения о населении относятся к установленному критическому моменту переписи (критический момент переписи 2024 г. – 00 часов 00 минут 01 декабрь, при этом умершие после этого времени переписываются как живые, а родившиеся после наступления критического момента переписчиками не регистрируются);

- самоопределение – сведения об опрашиваемом заносятся в переписной лист исключительно с его слов, переписчик не требует документов, подтверждающих статус переписываемого лица (диплом об образовании, паспорт, свидетельство о браке и т. п.);

- поименность – сбор сведений производится персонально о каждом гражданине и фиксируется в переписном листе;

- конфиденциальность – сохранение в тайне сведений о переписываемых гражданах, результаты переписи предоставляются в обобщенном виде;

- системность – наличие единой программы переписи, единых показателей и единой методики обработки; кроме того, необходима преемственность с программой предыдущей переписи для возможности сопоставления/сравнения результатов и выявления динамики, тенденций, закономерностей;

– централизация – организация и управление переписью населения осуществляются единым центром, в Узбекистане эти функции возложены на Управление переписи населения и демографической Агентством статистики при Президенте Республики Узбекистан [2,54].

Программа переписи населения – это перечень вопросов, обращенных к населению. Программа переписи составляется по определенной методике, включающей сумму правил и требований, аналогичных тем, что применяются при проведении конкретного социологического исследования [5,16,61].

Основным документом программы переписи населения является переписной лист. Переписной лист представляет собой бланк для записи ответов на поставленные вопросы [5,16]. При проведении переписи могут применяться два основных метода: метод опроса и метод само исчисления. [16,85].

А. Кетле впервые ввел понятие категорий населения, учитываемых при проведении переписи. Выделяют следующие категории населения [16,85]:

- постоянное население – совокупность людей, проживающих в данном населенном пункте независимо от того, где они пребывают при проведении переписи. К этой категории относятся лица, которые считают населенный пункт местом своего основного проживания. [3,4,5]. Часть постоянного населения, отсутствующая на момент проведения переписи, считается временно отсутствующей; [25,67].

- наличное население – совокупность людей, находящихся на момент проведения переписи в данном населенном пункте. Часть наличного населения, не относящаяся к постоянному, считается временно проживающей;

- приписное (юридическое) население – совокупность людей, которые постоянно/временно прописаны/зарегистрированы в данном населенном независимо от фактического места их нахождения [5,16,85].

Между численностями наличного населения и постоянного населения имеется зависимость:

$$\text{ПН} = \text{НН} + \text{ВО} - \text{ВП} \quad (1.1)$$

где

ПН – постоянное население;

НН – наличное население;

ВО – временно отсутствующие;

ВП – временно проживающие [5,16,85].

В соответствии с Закон Республики Узбекистан «О переписи населения» Принят Законодательной палатой 21 ноября 2019 года Одобрен Сенатом 28 февраля 2020 года переписи населения подлежат [1,2,5,92]:

- граждане Республики Узбекистан, иностранные граждане и лица без гражданства, находящиеся на дату переписи населения на территории Республики Узбекистан [1,2,5,92];

- граждане Республики Узбекистан, постоянно проживающие в Республики Узбекистан, но находящиеся на дату переписи населения за пределами Республики Узбекистан [1,2,5,92].

### **1.1 Демографические показатели и численность населения Республики Узбекистан**

Численность населения в стране представляет собой значимый демографический параметр для Республики Узбекистан. По состоянию на 1 декабрь 2024 года, общее количество жителей составляет 37 миллионов 515 тысяч 152 человек.

В соответствии с законодательными актами Республики Узбекистан, к населению в трудоспособном возрасте относятся мужчины от 16 до 60 лет и женщины от 16 до 55 лет [2,23] (дети и подростки до 16 лет относятся к населению моложе трудоспособного возраста, женщины старше 55 лет и

мужчины старше 60 лет включаются в население старше трудоспособного возраста).<sup>1</sup>

В Узбекистане имеется два региона, в которых число жителей превышает 4 миллиона человек.

Плотность населения определяется отношением общего числа постоянного населения на определенной территории к площади данной местности.

По состоянию на 1 декабря 2024 года плотность населения по стране составила 83,2 человека на один квадратный километр. Это на 1,7 человек больше, если сравнить с аналогичным периодом 2023 года (81,5 человек на 1 кв. км на 1 декабря 2023 года).

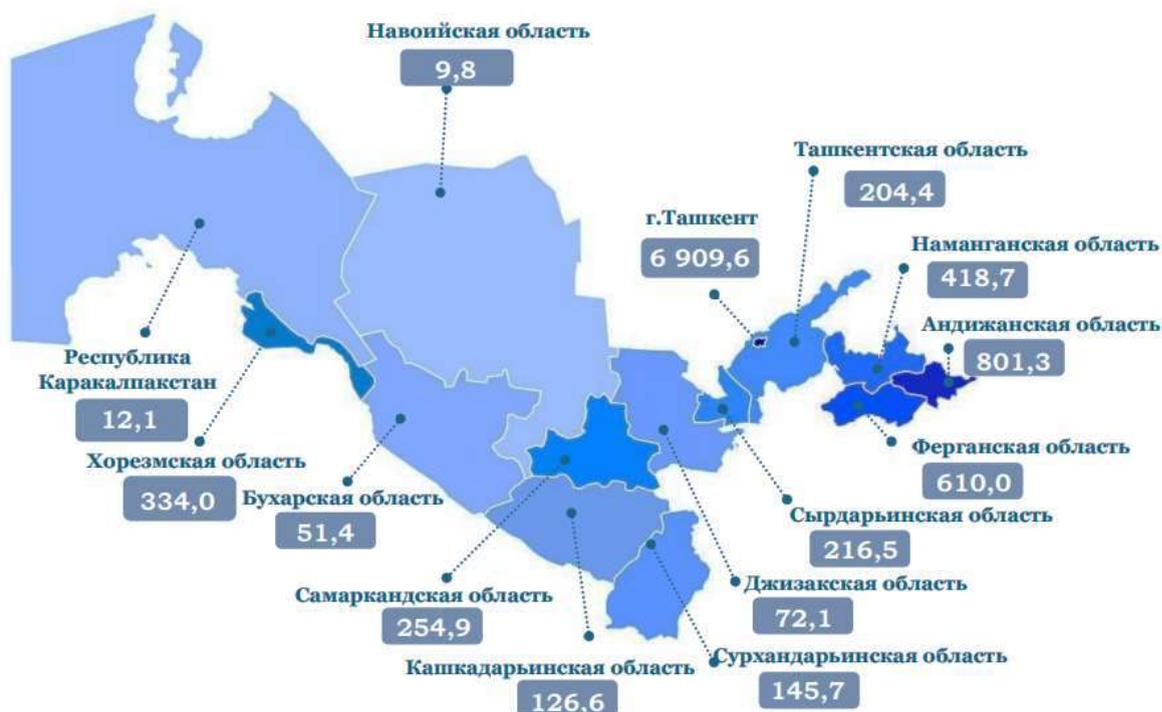


Рисунок 1.1. Плотность населения по Республике Узбекистан на 1 декабря 2024 года, численность населения на 1 кв. км, человек

<sup>1</sup> Пояснение: для расчета численности населения трудоспособного возраста используется методология, представленная Организацией Объединенных Наций.

В разрезе регионов наибольшая плотность населения составила 6 909,6 человек в г. Ташкент, 801,3 - Андижанской области, 610,0 - Ферганской области. Наиболее низкие показатели зафиксированы в Навоийской области - 9,8 и Республике Каракалпакстан - 12,1 человека [45].

Доля постоянного населения наиболее высокая в Самаркандской области - 11,4 %, Ферганской области - 11,0 %, Кашкадарьинской области - 9,7 %, Андижанской области - 9,2 %, Наманганской области - 8,3 %.

Доля постоянного населения самая низкая в Сырдарьинской области - 2,5 %, Навоийской области - 2,9 %, Джизакской области - 4,1 %, Хорезмской области - 5,4 %, Республике Каракалпакстан - 5,4 %.

Наибольшая численность постоянного населения по областям составляет 4 275,3 тыс. человек - в Самаркандской области, 4 123,6 тыс. человек - в Ферганской области, 3 618,3 тыс. человек - в Кашкадарьинской области, наименьшая численность населения зафиксирована в Сырдарьинской области – 926,7 тыс. человек, Навоийской области - 1 090,0 тыс. человек и Джизакской области - 1 530,3 тыс. человек.

Абсолютная численность населения характеризует людей, проживающих на данной территории в данный момент времени [2,3,5,92]. Информацию об абсолютной численности населения получают в результате переписей населения либо расчетным путем, используя данные о числе родившихся и умерших, а также прибывших и выбывших. Разница между родившимися и умершими называется естественным приростом населения, а между прибывшим и выбывшими – миграционным приростом (сальдо миграции) [2,3,5,92]. Естественный прирост и сальдо миграции – это компоненты изменения численности населения за период, которые позволяют вывести уравнение демографического баланса:

$$P_t = P_0 + (B - M) + (M_t - M_0) \quad (1.2)$$

где  $P_t$  обозначает популяцию на момент  $t$ ;  $P_0$  - исходный размер популяции;  $B$  - общее количество рождений за промежуток;  $M$  - смертей за тот

же период;  $M_t$  - иммиграция, т.е. приход людей;  $M_0$  - эмиграция, или уход населения [5,65,85].

В области демографических исследований, исходя из данных о размерах популяции, применяются такие метрики [3,65,85]:

- Демографический прирост:

$$EP = B - M \quad (1.3)$$

- Миграционный прирост:

$$MP = M_i - M_0 \quad \text{или} \quad MP = OP - EP \quad (1.4)$$

где ОП представляет собой совокупный прирост численности населения.

- Коэффициент естественного прироста:

$$K_{ep} = \frac{EP}{\bar{P}_T} \cdot 1000\text{‰} \quad (1.5)$$

где  $K_{ep}$  означает коэффициент естественного прироста населения;  $T$  представляет собой продолжительность временного интервала;  $P$  – средняя численность населения в течение заданного периода [5,65,85].

- Миграционный коэффициент прироста:

$$K_{MP} = \frac{MP}{\bar{P}_T} \cdot 1000\text{‰} \quad (1.6)$$

В данном контексте,  $K_{MP}$  обозначает коэффициент, отражающий миграционный прирост.

- Коэффициент общего прироста:

$$K_{OP} = \frac{OP}{\bar{P}_T} \cdot 1000\text{‰} \quad (1.7)$$

где  $K_{OP}$  является показателем общего увеличения.

- Коэффициент роста за период:

$$K_{рост} = \frac{P_t}{P_0} \cdot 100\text{‰} \quad (1.8)$$

- Коэффициент роста за период:

$$K_{прирост} = \frac{P_t - P_0}{P_0} \cdot 100\text{‰} \quad (1.9)$$

- Среднее население:

$$\tilde{P} = \frac{P_i - P_0}{2} \quad (1.10)$$

Обычно за период  $t$  принимают значение, эквивалентное одному году.

– Плотность населения определяется как количество людей, занимающих квадратный километр площади: (км<sup>2</sup>)

$$\text{ПН} = \frac{P}{Q} \quad (1.11)$$

Плотность распределения населения равняется 50 человек на километр квадратный [5,65,85].

## **1.2 Демографическая структура по возрасту и полу в Республике Узбекистан.**

Численность постоянного населения по состоянию на 1 декабря 2024 года составила 37 536,020 тыс. человек, в том числе мужчин – 18 858,2 тыс. человек, женщин – 18 595,4 тыс. человек, городское население - 19 047,1 тыс. человек, сельское население - 18 308,3 тыс. человек.

Средний возраст граждан страны представляет собой приблизительное общее описание возрастного состава населения. Рассчитывается как среднеарифметическое значение возраста всех жителей в общей популяции. Медианный возраст — это возраст населения, разделенного на две равные группы, первая половина из которых — молодые, а вторая — пожилые [4,5,38,65,85].

Возрастная структура населения – это распределение граждан страны по возрасту. Для ее построения зачастую используются годовые и пятилетние интервалы.

Возрастная группа – это группа людей, объединенных общим возрастом и другими признаками [4,5,34,65,85]. Демографические группы включают младенцев (до 5 лет), детей (5-13 лет), молодежь (14-30 лет), людей среднего возраста (31-59 лет), пожилых людей (60 лет и старше).

Возраст равен периоду от момента рождения до текущего момента, измеренному максимально точно. Например, зная точное время рождения человека, можно сказать, что в какой-то момент его возраст составляет 31 год, 4 месяца, 13 дней, 7 часов, 30 минут и 28 секунд [4,5,23,65,85].

В Республике Узбекистан по состоянию на 1 декабрь 2024 года при анализе состава постоянного населения по полу и возрастным группам (до 65 лет в пятилетнем возрастном интервале, а в возрасте 65 лет и старше - в совокупности) среди мужчин дети до пяти лет составили наибольший показатель – 2 262,7 тыс. человек. Среди мужчин доля 60-64-летних составила наименьшее число – 657,0 тыс. человек. Среди женщин наибольший показатель составили девочки в возрасте до пяти лет – 2 108,1 тыс. человек, наименьшее количество женщин отмечено в возрастной группе 60-64-летних – 736,0 тыс. человек [4,5,23,65,85].

Ожидаемая продолжительность жизни при рождении — это среднее количество лет, которое люди должны прожить при рождении (возраст 0). При этом предполагается, что смертность населения определенного возраста в год, для которого рассчитывается данный показатель, сохранится.

Структура населения – распределение жителей страны или региона по определенным демографическим признакам. Чаще всего в демографии используют следующие основания для выделения групп населения:

- аскриптивные характеристики: пол, возраст, раса, национальность;
- социальные характеристики: брачное состояние, уровень образования, страна происхождения, гражданство, родной язык;
- экономические характеристики: занятость, источник средств существования, профессия;
- миграционные характеристики: место рождения, длительность проживания в данном населенном пункте.

Основными демографическими структурами населения выступают пол и возраст.

Половая структура населения – распределение населения по полу. На нее оказывают влияние следующие факторы [4,5,15,52,65,85]:

- соотношение численности мальчиков и девочек среди родившихся живыми;
- смертность мужчин и женщин в различных возрастах;
- гендерные различия в миграционных потоках [4,5,15,52,65,85];

В демографии различают первичное, вторичное и третичное соотношение полов.

Первичное соотношение полов – это отношение числа мужских гамет (зародышей) к числу женских при оплодотворении.

Вторичное соотношение полов – это число девочек и мальчиков, родившихся живыми (на 100 девочек рождается примерно 105–106 мальчиков).

Третичное соотношение полов – это пропорция мужчин и женщин в репродуктивном возрасте [8,24,52,65,85,92].

Возрастная структура населения – распределение населения по возрасту. Для ее построения чаще всего используются одногодичные и пятилетние интервалы. Возрастной контингент – это группа лиц, объединенных общим для них возрастом и иными признаками [38,52,65,85,92].

В демографии выделяются такие группы, как дети ясельного возраста (0–2 года), дети-дошкольники (3–6 лет), лица трудоспособного возраста (мужчины в возрасте 16–59 лет и женщины в возрасте 16–54 лет), женщины репродуктивного возраста (15–49 лет), призывники (мужчины в возрасте 18–27 лет) и др [3,52,65,85,92].

Как правило, возрастная структура населения рассматривается одновременно с половой структурой. В таком случае ее называют возрастно-половой (половозрастной) структурой населения, она показывает распределение численности населения каждого пола по возрастам.

Распределение населения по возрасту и полу можно представить в виде возрастно-половой пирамиды рисунок (см. рисунок 1.2).

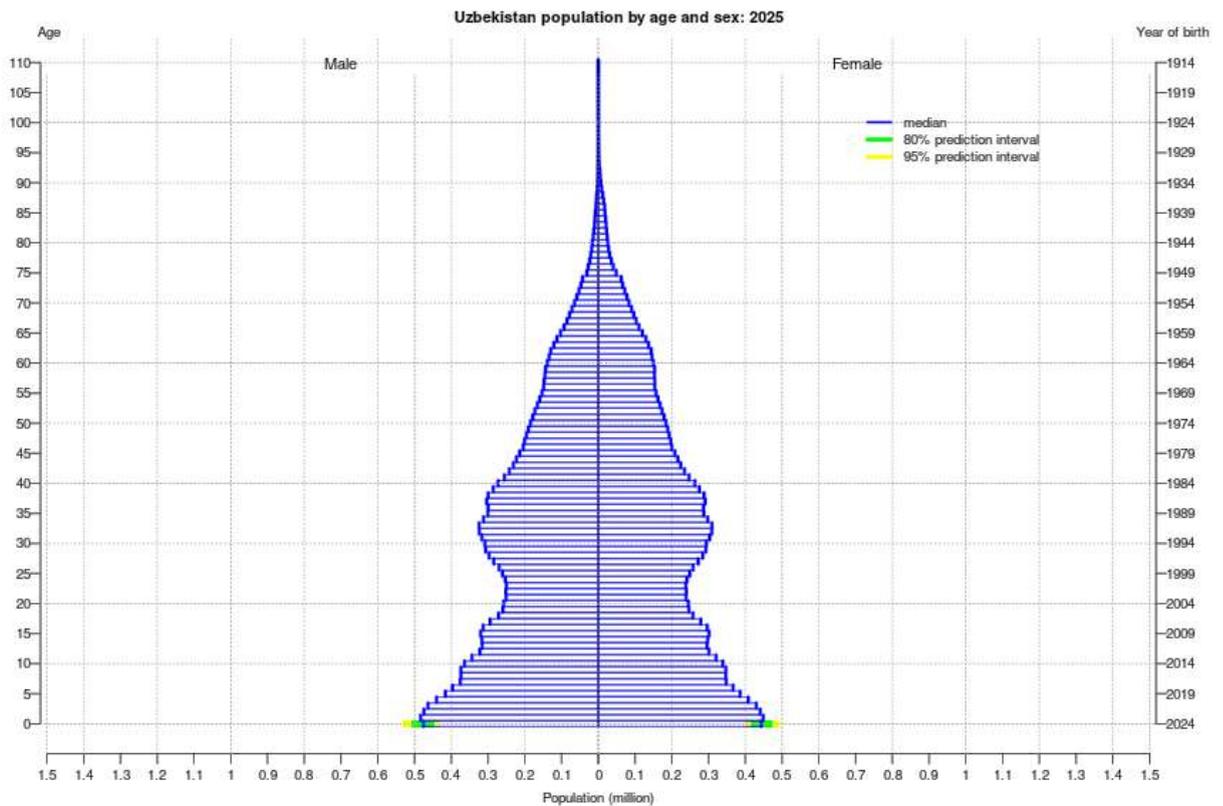


Рисунок 1.2. Демографическая структура по возрасту и полу населения Узбекистана, декабрь 2024 года [3]

Выделены основных типа пирамид представленных на рисунок 1.2.

Анализ возрастно-половых пирамид позволяет:

- охарактеризовать текущую демографическую ситуацию;
- прогнозировать демографическую ситуацию в будущем;
- определить влияние на возрастной состав населения процессов рождаемости и смертности;
- сравнить структуры населения разных территорий.

Около 80% современного населения Узбекистана - узбеки, свыше 10% – представители других народов Средней Азии (4,5% – таджики, 2,5% – казахи, 2% – каракалпаки, 1% – киргизы, а также туркмены и другие.). Одним из крупнейших этнических меньшинств остаются русские и другие славянские народы (10%).

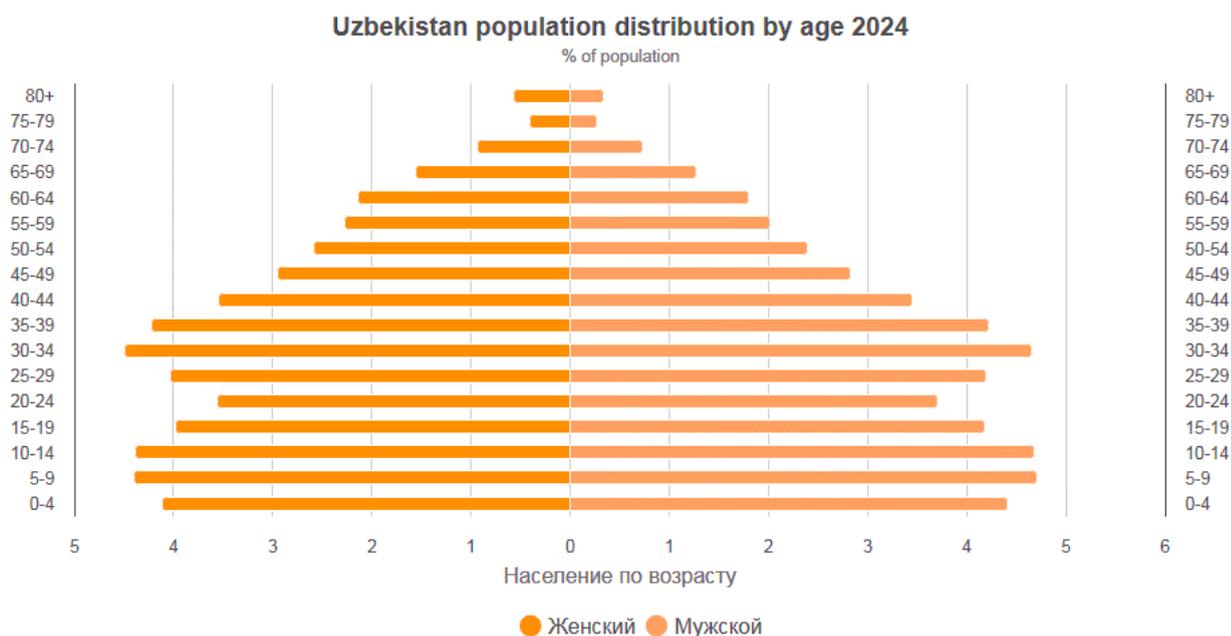


Рисунок 1.2. Классификация возрастно-гендерных пирамид по состоянию на декабрь 2024 года [2]

Узбекские семьи, как правило, многодетны, особенно на селе: средний размер узбекской семьи – 5-6 человек. Семья в Узбекистане, в соответствии с многовековыми традициями и менталитетом узбекского народа, была и остается одним из важнейших жизненных приоритетов современного общества.

При анализе численности и состава населения в демографии используются методы демографического анализа – метод реального поколения и метод условного поколения [5,52,65,85,92].

Для понимания сущности этих методов необходимо сначала дать определения ряда понятий. Поколение – совокупность лиц, родившихся примерно в один период. Когорта – совокупность лиц, у которых одновременно произошло какое-либо демографическое событие. Ровесники – люди примерно равного возраста. Современники – одновременно живущие люди.

Метод реального поколения (продольного анализа) – способ изучения демографических процессов, при котором они анализируются в когортах [5,25,52,65,85,92]. Данный метод используется в тех случаях, когда

необходимо вывить динамику какого-либо демографического процесса на протяжении жизни одного поколения. Этот метод позволяет также определить календарь демографических событий – распределение событий по периодам жизни когорты. К числу недостатков метода относятся следующие.

Во-первых, для его применения необходимо иметь информацию о рождениях, смертях, браках, разводах и пр. за длительный период.

Во-вторых, с его помощью полные данные можно получить лишь после выхода когорты из изучаемого демографического состояния.

Например, для получения информации о рождаемости нужно, чтобы женщины рассматриваемой когорты достигли возраста 45–50 лет [8,52,65,85,92].

Метод условного поколения (поперечного анализа) раскрывает особенности демографических процессов через условное поколение, приписывая ему характеристики реальных поколений. То есть при этом методе разновозрастные группы населения условно рассматриваются как принадлежащие одному поколению.

Тогда данные о структуре населения и демографических событиях реальных поколений можно «рассечь» сверху вниз. В результате получаем повозрастные характеристики демографического события (например, смертности) гипотетического (условного) поколения, т. е. речь идет о том, что у данной совокупности людей интенсивность демографических процессов в каждом возрасте такая же, как в настоящее время.

Для применения метода условного поколения нужны данные за 1–2 года. К числу недостатков метода можно отнести искажение состояния демографических процессов при резких изменениях их характера [8,52,65,85,92].

### 1.3 Демографический потенциал и поддержание рождаемости в Республике Узбекистан

В демографических исследованиях термин «рождаемость» относится к количеству рождений за определённый временной промежуток. Фертильность или плодовитость определяется как биологический потенциал индивида или пары произвести потомство, обозначая способность к зачатию и вынашиванию ребёнка. Плодовитость представляет собой неосуществлённый аспект генерации потомства, в то время как рождаемость конкретизирует этот аспект через фактическое число рождений, представляя реализованный потенциал в контексте популяционных изменений.

За период с января по декабрь 2024 года зарегистрировано 693,9 тысяч новорожденных, среди которых 360,0 тысяч составили мальчики, а число новорожденных девочек достигло 333,9 тысяч. При этом в урбанизированных районах зафиксировано 343,4 тысячи рождений, в то время как в аграрной зоне этот показатель составил 350,5 тысяч [18,26,46,].

Живорождение характеризуется появлением ребенка, который демонстрирует признаки жизни, такие как активное дыхание, работающее сердце, пульсирующий анатомический пуповинный остаток или спонтанные мышечные сокращения, независимо от того, отделена плацента или нет. Критерии для определения возможности выживания младенцев включают материнский срок беременности не менее 22 недель, статистическую высоту тела новорожденного от 25 см или более и минимальный вес тела в пределах 500 граммов или больше.

В ходе изучения демографической статистики за период с января по декабрь 2024 года было выявлено такое распределение частоты рождаемости: одноплодные роды составили 97,7 %, двухплодные - 2,2 %, многоплодные (три и более детей) - 0,1 % [61,74,88].

Согласно положениям Семейного кодекса Узбекистана, для учета числа рождаемости определяется место рождения ребенка на основании постоянного

адреса проживания матери или отца, что влияет на подсчет общего численности жителей данной местности.

Репродуктивная способность активизируется у девушек в возрасте 12–13 лет и у мальчиков в 14–15 лет. Этот физиологический процесс углубляется значительно раньше, чем достигается уровень социальной зрелости, что требует отложения размножения до таких важных событий, как окончание учебы, формирование профессиональной карьеры, достижение финансовой независимости и т.д. В целом, за период репродуктивной жизни женщина способна родить 10–12 детей.

Фертильность оценивается периодом репродуктивной активности, представляющим собой время, когда женщина может зачать и родить ребенка. В демографических исследованиях для анализа показателей фертильности устанавливается репродуктивный возраст от 15 до 49 лет.

К понятиям, противостоящим фертильности, относятся стерильность и инфертильность. Под стерильностью понимается отсутствие возможности овуляции или зачатия. Это состояние может быть как необратимым, например, в поздние возрастные периоды в связи с климактерическими изменениями, так и обратимым, в том числе во время вынашивания ребенка и после родов, или в результате применения средств контрацепции. В период фертильности причинами стерильности могут выступать гинекологические патологии, или проведенные операции на репродуктивных органах. Инфертильность же характеризуется как невозможность для взрослых особей обоих полов производить потомство. Пара считается столкнувшейся с инфертильностью, если в течение трех лет жизни в активных половых отношениях без использования контрацепции оплодотворение не наступает.

- не происходит зачатия;
- исходом беременности является мертворождение;
- гестация завершается спонтанным прерыванием.

В настоящее время, в странах с высоким уровнем экономического развития, проблема бесплодия касается 10–15% супружеских пар [5,91].

### 1.3.1 Репродуктивные тенденции Узбекистана

Репродуктивное поведение – это система действий и отношений, связанных с рождением или отказом от рождения детей любой очередности в браке или вне брака.

Репродуктивное поведение как система имеет следующие составляющие. Потребность в определенном числе детей. Потребность в детях индивидуальна, отсюда могут быть противоречия у супругов, имеющих потребность в различном числе детей. На протяжении жизни индивид стремится реализовать потребность в детях, при этом улучшение условий жизни не является фактором, стимулирующим рождение большего числа детей. В демографии принято различать три типа репродуктивного поведения: многодетное – потребность в 5 и более детях; среднететное – потребность в 3–4 детях; малодетное – потребность в 1–2 детях [5,8,17,52,65,85,92].

Если рассматривать возраст отцов младенцев, рожденных в январе-декабрь 2024 года, на территории Узбекистана то 10,8 % лиц находились в возрасте до 25 лет, 82,4 % имели возраст 25-39 лет и 6,8 % пребывали в возрасте 40 лет и старше. Наряду с этим, возраст матерей у 39,5 % новорожденных был до 25 лет, у 59,3 % возраст составлял 25-39 лет и у 1,2 % младенцев матери находились в возрасте 40 лет и старше.

Наибольшая доля рождаемости отмечена в Самаркандской области - 12,0 %, Ферганской области - 11,2 %, Кашкадарьинской области - 10,8 %, Андижанской области - 9,3 % и Сурхандарьинской области - 9,1 %.

Процент рождаемости относительно невысок в Сырдарьинской области - 2,4 %, Навоийской области - 2,8 %, Джизакской области - 4,2 %, Республике Каракалпакстан - 4,5 % и Хорезмской области - 4,8 %.

Наиболее высокий коэффициент рождаемости по областям составляет 29,0 промилле в Сурхандарьинской области, 27,8 промилле - в Кашкадарьинской области, 26,7 промилле - в Наманганской области, самый низкий показатель в Республике Каракалпакстан - 20,6 промилле, Бухарской

области - 22,1 промилле, Хорезмской области - 22,3 промилле [5,52,65,74,85,92].

Потребность в детях выступает результатом усвоения репродуктивных норм.

Репродуктивные нормы – принципы и образцы поведения, связанные с рождением определенного числа детей и принятые в разных социальных группах. Репродуктивные нормы многодетности сегодня замещаются нормами малодетности.

Репродуктивная установка – регулятор поведения, означающий готовность индивида к определенному результату репродуктивного поведения. Репродуктивная установка состоит из трех компонентов:

- когнитивного (познавательного);
- аффективного (эмоционального);
- поведенческого (побудительного).

В демографии, как правило, изучаются показатели когнитивного компонента, а именно:

- желаемое число детей – число детей, которых индивид предпочел бы иметь в своей семье [5,8,52,65,85,92];
- ожидаемое число детей – число детей, которых индивид планирует иметь в своей семье с учетом конкретной жизненной ситуации и личных предпочтений;
- идеальное число детей – представление индивида об идеальном числе детей в семье без учета конкретной жизненной ситуации и личных предпочтений [5,8,52,65,85,92].

Репродуктивная мотивация раскрывает качественную сторону потребности в детях и побуждает индивида к достижению целей через рождение определенного числа детей. Можно выделить три группы мотивов. Экономические мотивы связаны с повышением благосостояния, экономического статуса, льготами и пр. Социальные мотивы связаны с упрочением социального положения, авторитета и престижа, а также с

преимуществом рода. Психологические мотивы приятно делить на три подгруппы.

К первой подгруппе относятся мотивы, в которых родители выступают субъектами: потребность заботы о ребенке, желание направлять его развитие и пр. Вторую подгруппу составляют мотивы, в которых родители становятся объектами: потребность в сыновней/дочерней любви, желание наполнить жизнь смыслом и т. п. В третью подгруппу объединены все иные психологические мотивы: желание избежать одиночества, сохранение и укрепление брака и пр.

К особенностям репродуктивной мотивации отнесем следующее.

Во-первых, она индивидуальна и представляет собой иерархию мотивов.

Во-вторых, в течение жизни репродуктивная мотивация меняется.

Моделирование репродуктивного поведения связано с репродуктивной ситуацией, которая складывается из особенностей репродуктивных практик (наличие беременностей, абортов и т. п.), семейного образа жизни, общей ситуации в стране (регионе, территории).

#### **1.4 Анализ рождаемости в демографическом процессе: Демографические тенденции в Узбекистане**

Для измерения рождаемости населения в демографии применяется система показателей.

При изучении динамики рождаемости населения чаще всего используют общий коэффициент рождаемости, который рассчитывается по формуле как отношение абсолютного числа рождений к средней численности населения за год и измеряется в промиллях (‰) [5,52,65,85,92].

$$n = \frac{N}{\bar{P}_T} \cdot 1000\text{‰} \quad (1.12)$$

где  $N$  – число рождений за период  $T$ ;  $\bar{P}$  – среднее население;  $T$  – длина периода (в годах).

При значении общего коэффициента рождаемости меньше 16 ‰ рождаемость считается низкой, от 16 до 24 ‰ – средней, от 24 до 40 ‰ – высокой.

Величина общего коэффициента рождаемости зависит от возрастно-половой структуры населения и демонстрирует приближенное представление об уровне рождаемости. Более точную картину дает специальный коэффициент рождаемости, который представляет собой отношение числа рождений к численности женщин репродуктивного возраста [8,52,65,85,92]:

$$F = \frac{N}{WT} \cdot 1000\text{‰} \quad (1.13)$$

где  $N$  – число рождений за период  $T$ ;  $W$  – численность женщин репродуктивного возраста (15–49 лет);  $T$  – длина периода (в годах) [8,52,65,85,92].

Кроме представленных выше коэффициентов, в демографии рассчитывают коэффициенты брачной и внебрачной рождаемости. Коэффициент брачной рождаемости – это отношение числа рождений в браке к численности замужних женщин репродуктивного возраста:

$$F_m = \frac{N_m}{W_m T} \cdot 1000\text{‰} \quad (1.14)$$

где  $N_m$  – число рождений в браке за период  $T$ ;  $W_m$  – численность замужних женщин (15–49 лет);  $T$  – длина периода (в годах).

Коэффициент внебрачной рождаемости – это отношение числа рождений вне брака к численности незамужних женщин репродуктивного возраста:

$$F_n = \frac{N_n}{W_n T} \cdot 1000\text{‰} \quad (1.15)$$

где  $N_n$  – число рождений вне брака за период  $T$ ;  $W_n$  – численность незамужних женщин (16–49 лет);  $T$  – длина периода (в годах). [8,52,65,85,92].

Наряду с коэффициентами рождаемости, названными выше, в демографии исчисляется суммарный коэффициент рождаемости, который показывает, сколько детей в среднем рождает одна женщина за репродуктивный период. В 2024 г. в Узбекистане суммарный коэффициент рождаемости составил 2,1‰.

По данным прогнозов на 2024 год, в Узбекистане этот показатель достигнет 2,1% [5,52,65,85,92].

### **1.5 Основные результаты и выводы по первой главе**

Методология демографических исследований в Республике Узбекистан характеризуется комплексным и многосторонним подходом. Это означает, что в рамках данного направления совмещаются как количественные, так и качественные методы анализа. Одним из ключевых аспектов является использование обширной базы статистических данных, которые формируются на основе различных источников. К числу таких источников относятся социологические опросы, а также анализ административных и регистрационных документов, что позволяет получать более полное представление о населении.

Основные источники данных о демографической ситуации в стране включают переписи населения, проводимые каждые десять лет. Эти переписи являются важнейшими событиями, так как они предоставляют актуальную информацию о численности, составе и распределении населения. В дополнение к этому текущие статистические наблюдения, осуществляемые Агентством статистики при Президенте Республики Узбекистан, играют важную роль в мониторинге демографических тенденций. Эти наблюдения осуществляются регулярно и помогают отслеживать изменения в реальном времени.

Особое внимание в исследованиях уделяется миграционным процессам, а также таким аспектам, как брачность, рождаемость и смертность. Эти факторы способствуют более глубокому пониманию динамики и структуры населения. Например, анализ миграционных потоков позволяет выявить тенденции внутренней и внешней миграции, что имеет значительное влияние на экономическую и социальную ситуацию в стране. Изучение рождаемости и

смертности помогает оценить уровень здоровья населения и качество жизни, что является важным для планирования социальных программ.

При этом важно отметить, что в методологии демографических исследований в Узбекистане активно применяются международные стандарты и методики. Это обеспечивает сопоставимость данных как на региональном, так и на глобальном уровнях. Использование международных стандартов позволяет не только улучшить качество исследований, но и обеспечить доступ к сравнительному анализу с другими странами, что может быть особенно полезно для выработки государственной политики.

Таким образом, методология демографических исследований в Узбекистане является многоуровневой и многофункциональной. Она позволяет адекватно отражать текущую демографическую ситуацию в стране и использовать полученные данные для разработки эффективной государственной политики в области социального и экономического развития. Это, в свою очередь, способствует более целенаправленному управлению ресурсами и улучшению качества жизни населения.

## **Глава 2. Анализ перспектив демографического развития Республики Узбекистан**

Вторым после рождаемости важнейшим демографическим процессом является смертность.

В демографической науке смертность рассматривается как процесс вымирания поколений, один из двух главных подпроцессов воспроизводства населения. Как массовый процесс складывается из множества единичных смертей, наступающих в разных возрастах, и в своей совокупности определяет порядок вымирания реального или генетического поколения.

Смертность стала первым объектом демографической науки. Ученые Дж. Граунт, Э. Галлей, Ф. Бэкон, Д. Бернулли, М.В. Ломоносов, Буняковский, Птуха, А.Я. Боярский [42,23,20,18] и др. исследовали причины, вероятности смертности. Первые демографические таблицы были таблицами смертности.

Если говорить о смерти человека, то она представляет необратимое прекращение жизнедеятельности организма.

Соотношение уровня рождаемости и смертности определяет характер естественного прироста населения. Для измерения уровня смертности существует целый комплекс показателей, позволяющих измерить общую смертность, выявить ее повозрастные различия, оценить смертность от различных причин, наконец, определить среднюю продолжительность жизни при существующем уровне смертности.

### **2.1 Демографические аспекты старения населения в Узбекистан**

Смертность – процесс вымирания поколения, складывающийся из множества единичных смертей, наступающих в разных возрастах.

Зарегистрировано смертей в Республике Узбекистан январь-декабрь 2024 года общее число умерших составило 131,7 тыс. человек, в том числе мужчин

– 72,3 тыс., женщин – 59,4 тыс. В городских поселениях эти же значения составили 74,5 тыс. человек, сельской местности – 57,2 тыс [33,52,57,65,85,92].

Причины смерти — болезни, патологические состояния или травмы, которые привели к смерти или способствовали ее наступлению, а также обстоятельства несчастного случая или акта насилия, которые вызвали травму со смертельным исходом.

Из числа зарегистрированных случаев смертности за январь-декабрь 2024 года 57,2 % составили болезни системы кровообращения, 9,5 % – новообразования, 6,5 % – болезни органов дыхания, 5,8 % – несчастные случаи, отравления и травмы, 4,0 % – болезни органов пищеварения, 1,2 % – инфекционные и паразитарные заболевания, 15,8 % - другие болезни [22,52,57,65,85,92].

Наибольшая доля летальных исходов отмечена в Самаркандской - 10,9 %, Ферганской - 10,4 % областях, городе Ташкент - 9,6 %, Ташкентской - 9,4 % и Андижанской - 9,3 % областях.

Доля числа летальных исходов сравнительно невелика в Сырдарьинской - 2,5 %, Навоийской - 2,8 %, Джизакской - 3,6 %, Хорезмской - 5,2 % и Бухарской - 5,3 % областях [17,52,57,65,85,92].

По регионам самая высокая смертность зафиксирована в городе Ташкент - 5,5 промилле, Ташкентской области - 5,4 промилле, самый низкий показатель составил 4,2 промилле в Джизакской области.

Совокупность смертей определяет порядок вымирания реального или гипотетического поколения. Статистическое описание порядка вымирания дают таблицы смертности.

Таблицы смертности – числовая модель смертности, представляющая собой систему взаимосвязанных, упорядоченных по возрасту рядов чисел, описывающих процесс вымирания некоторого теоретического поколения, с фиксированной начальной численностью, именуемой корнем таблицы. Это исторически первые (начали составляться с конца XVII века) и одни из самых распространенных демографических представлено таблиц [10,52,57,65,85,92].

Таблица 2.1 Статистического отчета о смертности населения<sup>2</sup>

Возраст, лет	Число доживших до возраста $x$ лет	Вероятность дожить до следующего возраста	Вероятность смерти в течение года	Число живущих в возрасте $x$ лет	Предстоящее число человек лет жизни	Средняя продолжительность предстоящей жизни
$x$	$l_x$	$p_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$
0						
1-4						
5-9						
...						

Наряду с показателями порядка вымирания в демографии используются показатели уровня смертности – возрастные и общие коэффициенты смертности.

Наиболее часто употребляемым показателем является общий коэффициент смертности ( $m$ ), исчисляемый как отношение общего числа умерших в течение некоторого периода ( $M$ ) к средней численности населения ( $S$ ), как правило, выраженный в ‰ [10,52,57,65,85,92]. Динамика этого коэффициента за ряд лет позволяет судить об изменении общего уровня смертности. Когда говорят о «высокой» или «низкой» смертности, имеют в виду именно эти показатели. Общий коэффициент смертности зависит от возрастной структуры населения и потому пригоден только для приблизительного сопоставления уровней смертности населений или одного населения за разные периоды времени. Но для каждого определенного населения в данный момент этот показатель – важная характеристика, в которой находят обобщенное выражение действительные демографические процессы, происходящие в населении и влияющие на темпы роста его численности [10,52,57,65,85,92].

<sup>2</sup> Таблица смертности предоставляют статистическое изложение процесса исчезновения, представленное Джоном Граунтом.

Таблица 2.2 Анализ общего смертельного коэффициента<sup>3</sup>

Величина коэффициента	Характеристика уровня
Больше 20	Очень высокий
16-20	Высокий
13-15	Выше среднего
11-12	Средний
9-10	Ниже среднего
7-8	Низкий
До 7	Очень низкий

Процесс вымирания поколения зависит от большого числа биологических и социальных факторов смертности (природно-климатические, генетические, экономические, культурные и т. п.) [15,52,57,65,85,92]. С точки зрения демографического анализа смертности наиболее важно деление их на две группы:

- эндогенные – условно выделяемая группа причин смерти, вызванных болезнями, связанными прежде всего с внутренними процессами в самом организме человека (болезни системы кровообращения, злокачественные новообразования и т. п.).
- экзогенные – группа причин смерти, связанных с воздействием внешней среды (несчастные случаи, травмы, отравления, инфекционные и паразитные заболевания и т. п.).

Процесс смертности, как правило, имеет свои особенности у мужчин и женщин. В прошлом смертность у женщин нередко была значительно выше, а средняя продолжительность жизни – ниже, чем у мужчин. Это вызывалось высокой материнской смертностью (смертность женщин в конце беременности, при родах и в послеродовом периоде), меньшей заботой о родившихся девочках и другими факторами.

Социально-экономическое развитие изменило положение женщин в обществе, резко уменьшилась зависимость жизни женщин от действия

<sup>3</sup> Таблица анализа общего коэффициента смертности, представленная Джоном Граунтом

экзогенных факторов, что привело в конечном счете к изменению соотношения смертности мужчин и женщин [15,52,57,65,85,92].

Весьма существенны различия в смертности у разных социальных групп общества. Многочисленные исследования показывают, что скорость вымирания поколений заметно увеличивается по мере снижения дохода, социального статуса, уровня образования и других показателей социального положения людей.

Причина, по которой наступила смерть, устанавливается соответствующим органом или врачом. При этом выделяется одна – ведущая или начальная причина смерти [10,52,57,65,85,92]. Она устанавливается в соответствии с Международной классификацией болезней, травм и причин смерти (МКБ).

Таблица 2.3 Категории причин смерти по Международной классификации болезней, 10-я ревизия<sup>4</sup>

Класс I	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни (A00-B99)
Класс II	Новообразования (C00-D48)
Класс III	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм (D50- D89)
Класс IV	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00-E90)
Класс V	Психические расстройства и расстройства поведения (F00-F99)
Класс VI	Болезни нервной системы (G00-G99)
Класс VII	Болезни глаза и его придаточного аппарата (H00-H59)
Класс VIII	Болезни уха и сосцевидного отростка (H60-H95)
Класс IX	Болезни системы кровообращения (I00-I99)
Класс X	Болезни органов дыхания (J00-J99)
Класс XI	Болезни органов пищеварения (K00-K93)
Класс XII	Болезни кожи и подкожной клетчатки (L00-L99)
Класс XIII	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (M00-M99)
Класс XIV	Болезни мочеполовой системы (N00-N99)

<sup>4</sup> Примечание: Краткий вариант, основанный на Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, 10-го пересмотра, принятой 43-й Всемирной Ассамблеей Здравоохранения (МКБ-10).

## Продолжение таблицы 2.3

Класс XV	Беременность, роды и послеродовой период (O00-O99)
Класс XVI	Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде (P00-P96)
Класс XVII	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни (A00-B99)
Класс XVIII	Новообразования (C00-D48)
Класс XIX	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм (D50- D89)
Класс XX	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00-E90)
Класс XXI	Психические расстройства и расстройства поведения (F00-F99)
Класс XXII	Болезни нервной системы (G00-G99)

Общие закономерности изменения структуры смертности по причинам, имеющим глобальный характер, носят название «эпидемиологический переход». Суть концепции эпидемиологического перехода заключается в радикальном переходе от преобладания экзогенных причин смертности к эндогенным и квазиэндогенным причинам.

Продолжительность жизни: условия и перспективы длительность жизни каждого человека определяется сочетанием биологических и социальных процессов, его индивидуальной врожденной жизнеспособностью и условиями, в которых протекает его жизнь.

Продолжительность жизни – интервал между рождением и смертью, равный возрасту смерти. Продолжительность жизни, усредненная для поколения родившихся, – показатель демографической статистики, представляющий собой обобщенную характеристику смертности. Не менее часто в демографии используется понятие продолжительность предстоящей жизни – интервал между некоторым возрастом и возрастом смерти; и ряд средних характеристик продолжительности жизни, которые рассчитываются в рамках таблиц смертности. Наиболее распространенным показателем этой группы является средняя продолжительность предстоящей жизни [15,52,57,65,85,92] (ожидаемая продолжительность жизни) – она равна средней арифметической распределения доживающих до некоторого возраста

10 лет (по продолжительности остающейся жизни) в соответствии с порядком вымирания, зафиксированном в таблицах смертности.

Депопуляция – уменьшение абсолютной численности населения какой-либо страны, либо суженное его воспроизводство, при котором численность последующих поколений меньше предыдущих. Реально депопуляция наступает, если величина общего коэффициента смертности превышает величину общего коэффициента рождаемости, т. е. наблюдается убыль населения.

Самосохранительное поведение – это система действий и отношений, направленных на сохранение здоровья в течение полного жизненного цикла, на продление сроков жизни в пределах этого цикла.

Самосохранительное поведение обладает структурой, которую можно представить в виде последовательности психических компонентов: самосохранительные потребности, установки, мотивы, интересы, планы, решения, действия, результаты действий.

Средняя идеальная продолжительность жизни – характеризует представление индивида о наилучшем числе лет жизни вообще.

Средняя желаемая продолжительность жизни – это показатель, характеризующий представление индивида о длительности своей жизни при самых благоприятных условиях.

Средняя ожидаемая продолжительность жизни – характеризует реальные намерения индивида прожить определенное число лет с учетом конкретных обстоятельств его жизни.

## **2.2 Анализ демографической смертности в Узбекистане из-за внешних факторов**

Старение населения – увеличение доли пожилых, старых людей в общей численности населения. В демографии принято выделять старение сверху (увеличение продолжительности жизни и снижение смертности в старших

возрастных группах) и старение снизу (снижение рождаемости). [8,52,65,85,92].

При оценке старения применяют следующие коэффициенты:

$$W_{60+} = \frac{S_{60+}}{S} \cdot 100\%; W_{65+} = \frac{S_{65+}}{S} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

где  $S_{60+}$ ,  $S_{65+}$  - число лиц в возрасте 60 и более, 65 и более лет;  $S$  - общая численность населения [8,52,65,85,92].

В Узбекистане критерием измерения старения населения принято считать возраст 65 лет и старше. В этом случае для измерения демографического старения применяется шкала Ж. Боже-Гарнье – Э. Росseta [8,49,52,65,85,92].

Если критерием измерения старения населения выступает возраст 65 лет и старше, то используется шкала демографического старения ООН.

Старение населения имеет ряд социальных и экономических последствий: увеличение нагрузки на пенсионные фонды при сокращении доли работоспособного населения; увеличение нагрузки на социальную инфраструктуру, прежде всего на систему здравоохранения; изменение уровня и структуры потребления и др.

Таблица 2.4 Шкала оценки демографического старения по Ж. Боже-Гарнье и Э. Росsetу<sup>5</sup>

Доля лиц в возрасте 60 лет и старше, %	Шкала старения
Менее 8	Демографическая молодость
8–10	Первое преддверие старости
10–12	Пролог к золотому возрасту
12 и выше	Демографическая старость
12–14	Первая стадия демографического старения
14–16	Среднестатистическое значение демографического старения
16–18	Повышенная долгожительство населения
18 и выше	Значительная доля пожилого населения

<sup>5</sup> Таблица измерения демографического старения представлена Ж. Боже-Гарнье и Э. Росsetом.

Таблица 2.5 Шкала ООН по измерению уровня демографического старения<sup>6</sup>

Доля лиц в возрасте 65 лет и старше, %	Шкала старения
Менее 4	Молодое население
4–7	Население на пороге старости
Более 7	Старое население

Сочетанием факторов смертности обуславливаются причины смертности. К числу лидирующих причин смертности в Узбекистане следует отнести сердечно-сосудистые заболевания, внешние причины смертности (отравления, удушья, несчастные случаи и пр.), онкологические заболевания [8,52,65,85,92].

Процесс смертности имеет особенности у мужчин и женщин и связан с продолжительностью жизни, под которой понимается интервал между рождением и смертью, равный возрасту наступления смерти [8,52,65,85,92].

Средняя продолжительность жизни в Узбекистане в 2024 г. составила 65-70 года: у мужчин – 64,3, у женщин – 76,1 года. Узбекистан лидирует по показателю разрыва между средней продолжительностью жизни мужчин и средней продолжительностью жизни женщин на 11,8 лет.

Одним из факторов такого разрыва является сверхсмертность мужчин.

Сверхсмертность мужчин объясняется как биологическими причинами (более низкая сопротивляемость мужского организма по сравнению с женским воздействию экзогенных факторов), так и социальными (травматизм, курение, алкоголь и др.)[].

Особое внимание в демографии уделяется младенческой смертности – смертности детей на первом году жизни. Принято считать, что это показатель состояния здоровья населения. Основными причинами младенческой смертности являются болезни перинатального периода (период с 28-й недели беременности до первых семи суток жизни новорожденного) [5,52,65,85,92],

<sup>6</sup> Таблица демографического старения представлена ООН.

врожденные пороки развития, болезни органов дыхания. На 2024 г. уровень младенческой смертности в Узбекистане составил 11,7 смертей на 1000 рождений.

Снижение смертности и увеличение средней продолжительности жизни населения обусловлены экологией, уровнем жизни, эффективностью работы санитарных и медицинских служб.

### 2.2.1 Методы статистического анализа уровня смертности в Республике Узбекистан

К основным показателям смертности относят общий коэффициент смертности, который рассчитывается по формуле:

$$m = \frac{M}{\bar{P}T} \cdot 1000\% \quad (2.2)$$

где  $M$  – число смертей на определенный период;  $\bar{P}$  – средняя численность населения;  $T$  – длина периода (в годах) [25,52,65,85,92].

На данный показатель влияют возрастно-половая структура, уровень рождаемости населения.

Более точную оценку смертности позволяют дать специальные коэффициенты, например, возрастной коэффициент смертности:

$$m^x = \frac{M^x}{P^x T} \cdot 1000\% \quad (2.3)$$

где  $M^x$  – абсолютное число умерших в данной возрастной группе за определенный период;  $P^x$  – средняя численность населения в данной возрастной группе;  $T$  – длина периода (в годах) [25,52,65,85,92].

Коэффициент младенческой смертности (в возрасте от 0 до 1 года) рассчитывается следующим образом [39,52,65,85,92].:

$$m_0^t = \frac{M_0^t}{N^t} \cdot 1000\% \quad (2.4)$$

где  $M_0^t$  - число детей, умерших в течение 1-го года жизни в текущем году;  $N^t$  - число родившихся живыми в текущем году

Более точное представление о младенческой смертности дает следующий коэффициент:

$$m_0^t = \frac{M_0^t}{\frac{2}{3}N^t + \frac{1}{3}N^{t-1}} \cdot 1000\% \quad (2.5)$$

где  $M_0^t$  - число детей, умерших в течение 1-го года жизни в текущем году;  $\frac{2}{3}N^t$  -  $2/3$  детей, родившихся в текущем году;  $\frac{1}{3}N^{t-1}$  -  $1/3$  детей, родившихся в предыдущем году

В большинстве случаев смерть в младенческом возрасте обусловлена образом жизни матери во время зачатия и беременности.

Особое место в системе показателей смертности занимают таблицы смертности. Первые такие таблицы, как уже говорилось выше, были разработаны Дж. Граунтом.

Таблицы смертности – это количественные модели смертности, ее уровня и возрастных особенностей, которые представляют собой систему взаимосвязанных соотношений, описывающих процесс вымирания некоторого поколения с фиксированной начальной численностью, именуемой корнем таблицы [5,52,65,85,92].

Таблицы смертности можно разделить на следующие виды:

- в зависимости от охвата групп населения: полные (используется однолетние интервалы возрастов) и краткие (используется пятилетние или десятилетние интервалы возрастов);
- в зависимости от пола: мужские и женские;
- в зависимости от характера информации: общие и специальные (причины смертности);
- в зависимости от метода исследования: таблицы с условным поколением и таблицы с реальным поколением [5,52,65,85,92].

Таблицы смертности охватывают ключевые метрики:

- $l_x$  показатель выживаемости до возраста  $x$
- $l_0$  исходный уровень численности живорожденных в таблице смертности, стандартизированный как 100 000;

- $d_x$  количество смертей в возрастной группе  $x$
- $p_x$  отображает вероятность дожить до следующего года жизни, достигнув возраста  $(x+1)$ .
- $q_x$  обозначает вероятностный показатель смертности в заданном возрасте  $x$ .
- $L_x$  обозначает количество человек, населяющих в возрастном интервале между  $x$  и  $x+1$  годами [44,52,65,85,92].
- $T_x$  число человеко-лет предстоящей жизни для доживших до возраста  $x$ .
- $e_x$  прогнозируемая продолжительность жизни на возраст  $x$

Взаимосвязи между показателями таблицы:

$$d_x = l_x - l_{x+n}; \quad (2.6)$$

$$q_x = \frac{d_x}{l_x}; \quad (2.7)$$

$$p_x = \frac{l_{x+n}}{l_x} = 1 - q_x; \quad (2.8)$$

$$L_x = \frac{l_x + l_{x+1}}{2}; \quad (2.9)$$

$$T_{x-1} = T_x + L_{x-1}; \quad (2.10)$$

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}; \quad (2.11)$$

Разработка и изучение демографических таблиц смертности [24,52,65,85,92] обеспечивает идентификацию тенденций потерь и раскрывает, основываясь на продолжительности жизни, интеграцию разнообразных демографических коллективов в экономическую активность.

### 2.3 Формирование и развитие семейной демографии в Узбекистане

Семья – основанное на браке или кровном родстве объединение людей, связанных общностью быта и взаимной ответственностью.

Семья выступает объектом исследования целого ряда наук: социологии, психологии, педагогики и др. С демографической точки зрения семья является одним из условий воспроизводства населения.

На протяжении своей жизни индивид последовательно проживает в трех семьях: родительской, своей собственной и семье своих детей.

Развиваясь, семья проходит ряд этапов, последовательность которых представляет собой жизненный цикл семьи. Традиционно в демографии выделяют следующие стадии жизненного цикла семьи [3,52,65,85,92]:

- образование семьи – вступление в первый брак;
- начало деторождений – рождение первого ребенка;
- окончание деторождения – рождение последнего ребенка;
- «пустое гнездо» – вступление в брак и выделение из семьи последнего ребенка;
- прекращение существования семьи – смерть одного из супругов.

Существуют различные типы семейных структур, их выделяют на основе ряда критериев.

По структуре родственных связей различают:

- нуклеарные (простые) семьи, состоящие из супружеской четы с детьми, не состоящими в браке;
- расширенные семьи, в состав которых входят другие родственники, включая и родственников супруга/супруги.

По брачному состоянию семьи подразделяются:

- на полные семьи, т. е. такие, в которых присутствуют оба родителя;
- и неполные семьи, в которых один из супругов отсутствует.

По времени существования семьи выделяют:

- молодые семьи (до 3 лет совместного проживания);
- семьи среднего супружеского возраста (от 3 до 10 лет);
- семьи старшего супружеского возраста (от 10 до 20 лет);
- пожилые супружеские семьи (от 20 лет).

Еще один важный критерий – детность. В соответствии с ним принято выделять такие типы семьи:

- малодетные семьи, в которых 1–2 ребенка;

- среднедетные семьи, в которых 3–4 ребенка;
- многодетные семьи, в которых 5 и более детей.

Семья выполняет широкий спектр социальных функций, среди которых к демографическим относятся репродуктивная, воспитательная, функция социальной стабильности и функция создания условий, способствующих продолжительности жизни [3,52,65,85,92].

Брак – это санкционируемая и регулируемая обществом форма отношений между мужчиной и женщиной, определяющая их права и обязанности по отношению друг к другу и к их детям.

Демография рассматривает брак как фактор создания семьи и рождения детей. Вместе с тем для демографической науки интерес представляет и фактический брак (брачные отношения без юридического закрепления), поскольку с ним связана внебрачная рождаемость.

Исторически сложившимися формами брака выступают моногамия (единобрачие) и полигамия (многобрачие). Разновидностями многобрачия являются полигиния (многоженство) – брак одного мужчины с несколькими женщинами и полиандрия (многомужество) – брак одной женщины с несколькими мужчинами.

Для современного общества характерно сужение распространения полигамии [3,52,65,85,92].

Брак – форма взаимоотношений между мужчиной и женщиной, определяющая их права и обязанности по отношению друг к другу и своим детям. Правоотношения между мужем и женой устанавливаются в результате регистрации их брака в органах регистрации актов гражданского состояния (ЗАГС).

Количество зарегистрированных браков в Республике Узбекистан январь-декабрь 2024 года составило 179,4 тыс. единиц и, по сравнению с соответствующим периодом предыдущего года [42,52,65,85,92], уменьшилось на 5,1 тыс. единиц. Если сопоставить с аналогичным периодом 2020 года, то оно также уменьшилось на 4,6 тыс. единиц.

В январе-декабрь 2024 года количество зарегистрированных браков составило 179,4 тыс. единиц, из них 93,7 тыс., или 52,2% - в городской местности и 85,7 тыс., или 47,8% - в сельской местности.

В январе-декабрь 2024 года средний возраст женщин, вступивших в брак, составил 22,5 лет, а средний возраст мужчин - 27,4 года. Наибольшая доля зарегистрированных браков приходится на женщин в возрасте до 25 лет – 80,0 % от всех браков.

### **2.3.1 Основные направления развития брачно-семейных отношений в Узбекистане**

В современных западных странах и в Узбекистане происходит сокращение численности состава семьи, причинами которого является снижение рождаемости и нуклеаризация семьи.

Брачный возраст — в соответствии с Семейным кодексом Республики Узбекистан, брачный возраст для мужчин и женщин устанавливается в восемнадцать лет. При наличии уважительных причин, в исключительных случаях, хокимы района или города по месту государственной регистрации брака могут по просьбе лиц, желающих вступить в брак, снизить брачный возраст, но не более, чем на один год.

Но местным органам исполнительной власти разрешается оформление официальных браков и в более раннем возрасте, если для этого имеется уважительная причина. Средний возраст вступления в официальный брак в Узбекистане составляет: для мужчин 27–30 лет, для женщин 23–27 лет [19].

Самый высокий процент браков отмечен в Самаркандской области - 11,4 %, Ферганской области - 10,8 %, Кашкадарьинской области - 10,0 %, городе Ташкент - 9,2 % и Андижанской области - 8,4 %.

Относительно невысокая доля числа браков в Сырдарьинской области – 2,6 %, Навоийской области – 3,2 %, Джизакской области – 4,2 %, Республике Каракалпакстан – 5,3 % и Бухарской области – 5,5 % [38].

Наиболее высокий уровень брачности по регионам сложился в 7,2 промилле в городе Ташкент, 7,0 промилле - в Навоийской области, а самый низкий показатель – 5,9 промилле сложился в Андижанской области и 6,1 промилле – в Наманганской и Ташкентской областях [25,37,88].

В Узбекистане все большее распространение получают альтернативные формы брака и семьи: сожительство, визитный (гостевой) брак.

Ситуация на брачном рынке зависит от числа потенциальных брачных партнеров и может иметь локальный характер (мужские и женские территории). Сегодня невесты на брачном рынке ищут ровесников, а мужчины не могут удовлетворить спрос на молодых невест. Увеличивается доля молодых мужчин и женщин (до 30 лет), никогда не состоявших в браке. Растет удельный вес внебрачных детей в общей численности родившихся [3,52,65,85,92].

Наибольшую вероятность развода представляют браки, заключенные в молодом возрасте, а также между лицами, у которых значительная разница в возрасте. Наименьшую вероятность развода демонстрируют браки, заключенные в возрастах максимальной брачности и повторные браки. Вероятность развода в бездетных семьях и в семьях с одним ребенком выше, чем в семьях с двумя и более детьми. Интенсивность разводов выше у городского населения по сравнению с сельским.

Развод (расторжение брака) – окончательное юридическое прекращение брака при жизни супругов, которое дает сторонам право вступить в повторный брак. Он считается расторгнутым после регистрации развода в органах ЗАГС и судах.

У мужчин шансы вступить в повторный брак выше, чем у женщин. Разведенные чаще вступают в повторные браки, чем овдовевшие. Наибольшая доля повторных браков приходится на первые годы прекращения брака. Женщины с одним ребенком и бездетные чаще вступают в повторные браки, чем женщины, имеющие 2 и более детей.

В январе-декабрь 2024 года число разводов составило 34,0 тыс. единиц и за последние четыре года значительно увеличилось. Так, по сравнению с 2020 годом, их количество возросло на 14,0 тыс. единиц, или в 1,7 раз.

В январе-декабрь 2024 года количество разводов составило 34,0 тыс. единиц, из них 21,1 тыс. единиц зарегистрировано в городской местности (62,0 %), а 12,9 тыс. единиц - в сельской местности (38,0 %).

Число разводов в бездетных браках в январе-декабрь 2024 года составило 16 135 случаев. Число разводов с одним ребенком в январе-сентябре 2024 года составило 9 863 случая. Число разводов с двумя и более детьми в январе-декабре 2024 года составило 7 986 случаев.

В январе-декабрь 2024 года средний возраст разведенных мужчин составил 35,2 года, женщин - 32,4 года. Наибольшая доля разводов приходится на женщин в возрасте до 35 лет, что составляет 64,3 % от их общего числа.

Самый высокий процент разводов составил 13,0 % в городе Ташкент, 10,7 % - в Андижанской области, 10,6 % - в Ферганской области, 10,2 % - в Самаркандской области и 10,1 % - в Ташкентской области.

Число разводов сравнительно невелико в Навоийской - 2,7 % от общего числа разводов, Сырдарьинской - 3,3 %, Джизакской - 3,8 % областях, Республике Каракалпакстан – 4,0 % и Хорезмской области – 4,2 %.

Наиболее высокий уровень разводов по регионам сложился в 1,9 промилле в г.Ташкент, 1,7 промилле – в Сырдарьинской области, самый низкий показатель – 0,8 промилле в Кашкадарьинской области, 0,9 промилле в Республике Каракалпакстан

### **2.3.2 Демографические данные показателей браков и разводов в Республике Узбекистан**

Общий коэффициент брачности – отношение числа заключенных браков к средней численности населения на определенный период, рассчитывается по формуле:

$$CNR = \frac{N}{\bar{P} \cdot T} \cdot 1000\text{‰} \quad (2.12)$$

где  $N$  - число заключенных браков за период;  $\bar{P}$  - среднегодовое население;  $T$  - длина периода (в годах)

Специальный коэффициент брачности для всего населения определяется так:

$$SNR = \frac{N}{\bar{P}_{16+}} \cdot 1000\text{‰} \quad (2.13)$$

где  $N$  - число заключенных браков;  $\bar{P}_{16+}$  - среднегодовая численность населения в брачном возрасте [39,52,65,85,92].

Специальный коэффициент брачности для бракоспособного населения рассчитывается отдельно для мужчин и женщин по формуле:

$$SNR = \frac{N}{\bar{M}_{16+}^h} \cdot 1000\text{‰} \quad (2.14)$$

где  $N$  - число заключенных браков;  $\bar{M}_{16+}^h$  - среднегодовая численность мужчин/женщин бракоспособного возраста, не состоящих в браке (холостых, вдовых, разведенных).

Общий коэффициент разводимости – отношение общего числа разводов к средней численности населения на определенный период. Рассчитывается следующим образом:

$$CNR = \frac{D}{\bar{P} \cdot T} \cdot 1000\text{‰} \quad (2.15)$$

где  $D$  - число разводов за период;  $\bar{P}$  - среднегодовое население;  $T$  - длина периода (в годах) [17,52,65,85,92].

Специальный повозрастной коэффициент разводимости также определяется отдельно для мужского и женского населения.

Формула расчета:

$$ASDR = \frac{nD_x}{nF_x} \cdot 1000\text{‰} \quad (2.16)$$

где  $nD_x$  - число разводов у мужчин/женщин данного возраста;  $nF_x$  - среднегодовая численность мужчин/женщин этого возраста.

## 2.4. Особенности миграционных тенденций в Узбекистане

Миграция населения лат. *migratio* – переселение, перемещение людей (мигрантов) через границы тех или иных территорий с переменой места жительства навсегда или на более, или менее длительное время. Миграцию принято рассматривать в широком и узком смысле. В узком смысле это законченный вид территориального перемещения, завершающийся сменой постоянного места жительства. В широком смысле это любые территориальные перемещения, совершающиеся между разными населенными пунктами одной или нескольких административно-территориальных единиц независимо от продолжительности, регулярности и целевой направленности этих перемещений.

Миграция имеет три стадии:

- формирование миграционной подвижности (способность личности к миграции), определенных миграционных установок, психологической готовности к переселению;
- собственно, переезд;
- повышение приживаемости новоселов как объективный социальный процесс изменения сложившегося образа жизни посредством совершенствования новой социальной среды [5,52,65,85,92] через социальную деятельность.

Функции миграции – конкретные роли, выполняемые миграцией в обществе. В демографии выделяются следующие ее функции:

- развитие подвижности – обеспечение того или иного уровня пространственной подвижности, которая обуславливает как сменяемость состава жителей разных районов, так и многообразие мест их жительства [18,52,65,85,92];
- перераспределительная функция, связанная с размещением производительных сил между отдельными территориями страны, в том числе

между природными зонами, районами, разными типами сельских и городских поселений;

- селективная функция, состоящая в том, что неравномерное участие в миграции различных социально-демографических групп ведет к изменению качеств, состава населения разных территорий.

Опыт показывает, что мужчины, особенно трудоспособных возрастов, участвуют в миграциях более активно, чем женщины.

В демографической науке выделяют виды миграции:

- По характеру пересекаемых границ:

1) внутренняя миграция – перемещение населения внутри страны из сел в города, из городов в села, из одного региона в другой;

2) внешняя миграция – перемещение населения из одной страны в другую.

- По способу реализации:

1) добровольная миграция;

2) принудительная миграция (ссылка, высылка, депортация).

- По форме реализации:

1) организованная миграция – осуществляемая при участии государственных и общественных органов и с их помощью;

2) неорганизованная миграция – производится силами и средствами самих мигрантов [18,52,65,85,92].

- По продолжительности:

1) постоянная миграция;

2) временная;

3) сезонная;

4) маятниковая.

- По территориальному охвату:

1) межконтинентальная миграция;

2) внутриконтинентальная миграция.

- По причинам:

1) экономические миграции;

- 2) социальные;
- 3) политические;
- 4) национальные;
- 5) экологические;
- 6) религиозные и т. д.

- По носителю:

- 1) миграция сельского населения (миграционные потоки: село–город, город–село);
- 2) миграция городского населения (миграционные потоки: город–город, город–село).

Кроме того, выделяют:

- эмиграцию – переселение в другую страну на постоянное или временное проживание, в большинстве случаев с изменением гражданства;
- иммиграцию – въезд в страну на постоянное или временное проживание граждан [18,52,65,85,92] другой страны, в большинстве случаев с получением нового гражданства.

Количество прибывших — это абсолютное число прибывших, состоящих из тех, кто переехал в регион из-за его пределов. Органами внутренних дел эти данные определяются в результате обработки и статистического учета прибывших, составленного при их регистрации по месту пребывания.

Всего прибывших в Республику Узбекистан в январе-декабрь 2024 года общее количество прибывших в нашу страну составило 186,8 тыс. человек, в том числе мужчин – 80,0 тыс., женщин – 106,8 тыс. Число прибывших в городскую местность достигло 141,2 тыс., сельскую местность – 45,6 тыс.

В январе-декабрь 2024 года по возрастным группам 11,3 % прибывших были моложе трудоспособного возраста, 81,1 % - в трудоспособном возрасте, 7,6 % - старше трудоспособного возраста.

Наибольшая доля прибывших на постоянное место проживания в Республику Узбекистан из-за рубежа (в % к их общему количеству) приходится на прибывших из Российской Федерации (37,8 %) и Казахстана

(24,7 %). Из Таджикистана зарегистрировано 10,0 % прибывших, Кыргызстана - 6,2 %, Туркменистана - 2,5 %, других стран - 18,8 %.

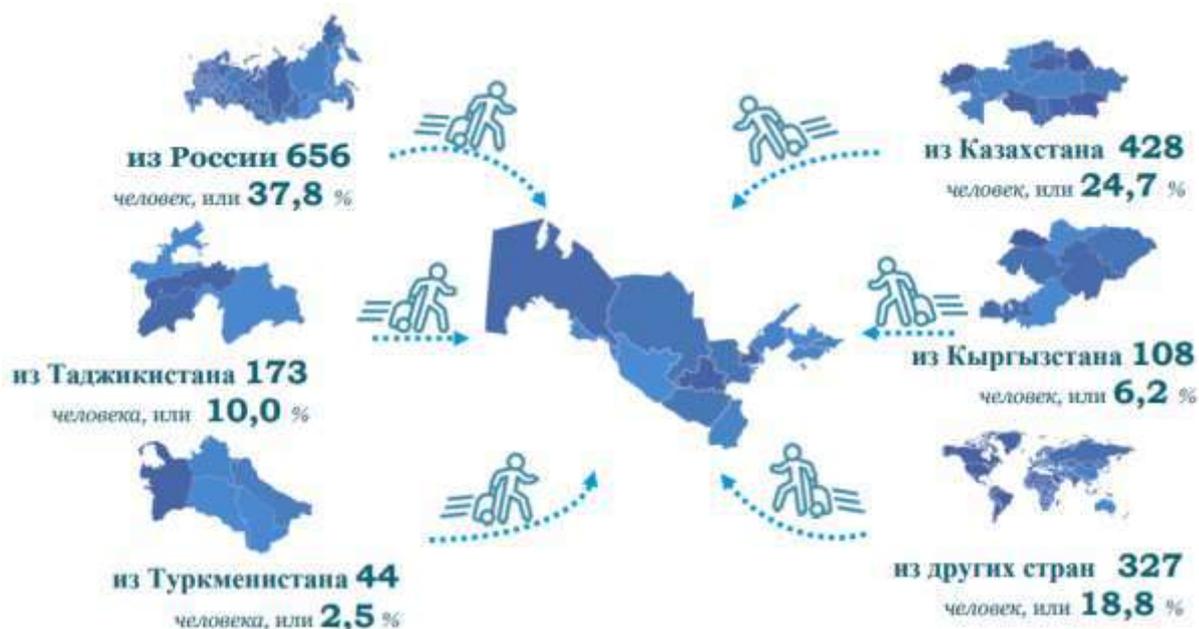


Рисунок 2.1. Количество прибывших в Республику Узбекистан на постоянное проживание из-за рубежа январь-декабрь 2024 года

Наибольшая доля иммигрантов составила 38,4 % в городе Ташкент, 13,3 % - в Ташкентской области, 5,8 % - в Самаркандской области, 5,3 % - в Ферганской области и 5,0 % - в Навоийской области.

Доля числа иммигрантов сравнительно невелика в Наманганской области - 1,4 %, Андижанской области - 3,0 %, Джизакской области - 3,0 %, Сырдарьинской области - 3,1 % и Бухарской области - 3,7 %.

Наиболее высокий показатель прибывших по регионам составил 31,2 промилле в г. Ташкент, 11,4 промилле - Навоийской области, 10,8 промилле - Ташкентской области, самый низкий показатель - 1,1 промилле зафиксирован в Наманганской области, 2,2 промилле - Андижанской области и 3,2 промилле - Ферганской области.

### 2.4.1 Современные миграционные тенденции в Республике Узбекистан

Впервые закономерности миграционных процессов определил в XIX в. английский географ и картограф Эрнст Георг Равенштейн.

Позднее в науке их стали называть законами миграции. Миграционные законы выражаются в следующем:

- большинство мигрантов перемещаются на короткие расстояния.
- миграция осуществляется шаг за шагом.
- мигрантов, переселяющихся на большие расстояния, притягивают к себе центры промышленности и торговли [18,52,65,85,92].
- каждый миграционный поток порождает противопоток.
- горожане менее способны к миграции, чем уроженцы сельской местности.
- женщины более предрасположены к миграции, чем мужчины (позже, в 1889 г., Равенштайн уточнил, что это относится только к перемещениям внутри страны, во внешней миграции преобладают мужчины).
- большинство мигрантов – взрослые люди. семьи редко переезжают за пределы страны, в которой они появились.
- население больших городов увеличивается больше за счет миграционного прироста, чем за счет естественного.
- объем миграции увеличивается пропорционально развитию промышленности, торговли и транспорта.
- миграции в основном направлены из сельскохозяйственных районов в центры промышленности и торговли.
- главные причины миграции – экономические.

К числу основных современных тенденций международной миграции относятся следующие. В XX столетии главными центрами иммиграции были Канада, США, Австралия. Межконтинентальная миграция после Второй мировой войны снизилась, но выросли внутриконтинентальные миграционные потоки. Сегодня в центральной Европе проживает 12–13 млн

мигрантов – иностранных рабочих из Азии и стран Южной Европы. ОАЭ, Катар, Саудовская Аравия, Бахрейн, Кувейт как нефтедобывающие страны стали новыми территориями трудовой миграции для рабочих из Сирии [18,52,65,85,92], Индии, Пакистана, Египта и др. Традиционно привлекательными для миграции остаются США и Канада, численность иностранных рабочих в них составляет примерно 7 млн человек [18,52,65,85,92]. Одно из новых явлений последних десятилетий в миграции населения – возрастание доли беженцев из зон конфликтов в общей численности мигрантов.

Количество выбывших — это абсолютное число выбывших, состоящее из тех, кто уехал в тот или иной регион из-за его пределов. Данный показатель определяется органами внутренних дел в результате обработки статистического учета выбывших, составленного при их регистрации по месту убытия.

Основные современные тенденции узбекской миграции представляют собой следующее. Увеличивается приток населения в сельскую местность. Это связано с потерей привлекательности городского образа и стиля жизни, с удорожанием жизни в крупных городах. Увеличивается отток населения с северных территорий, богатых природными ресурсами.

Северные регионы теряют генетический потенциал – население, адаптированное к проживанию в трудных климатических условиях. Обострение межнациональных конфликтов ведет к росту потока вынужденных переселенцев и беженцев. Экологически неблагоприятные регионы теряют людские ресурсы, появляется такой феномен, как экологический беженец. Увеличивается поток иностранной рабочей силы в Узбекистан из стран СНГ (Таджикистан, Киргизия, Китай и др.), активизируется трудовой миграционный обмен между субъектами Российской Федерации.

За январь-декабрь 2024 года количество выбывших по республике составило 193,5 тыс. человек, в том числе мужчин – 83,2 тыс., женщин – 110,3

тыс. Выехавшие из городов составили 134,2 тыс. человек, из сельской местности – 59,3 тыс. [52,65,75,85,92].

В январь-декабрь 2024 года по возрастным группам 11,8 % выбывших были моложе трудоспособного возраста, 80,3 % - в трудоспособном возрасте, 7,9 % - старше трудоспособного возраста.

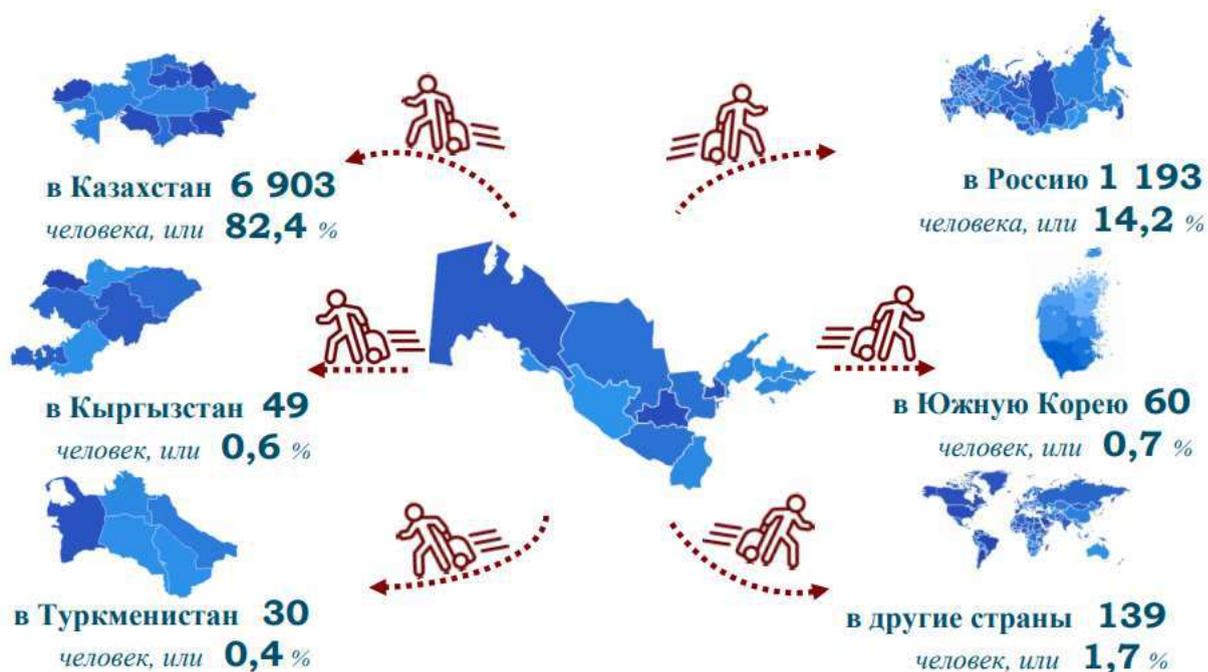


Рисунок 2.2. Количество выбывших из Республики Узбекистан на постоянное место проживания в зарубежные страны

Основная доля выбывших на постоянное место проживания из Республики Узбекистан в зарубежные страны приходится на Казахстан (82,4 %). Далее следуют Российская Федерация (14,2 %), Южная Корея (0,7 %), Кыргызстан (0,6 %), Туркменистан (0,4 %), другие страны (1,7 %).

Наибольшая доля иммигрантов приходится на город Ташкент – 28,8 %, Ташкентскую область - 11,7 %, Кашкадарьинскую область - 7,1 %, Самаркандскую область - 6,6 % и Республику Каракалпакстан - 6,0 %.

Доля числа иммигрантов сравнительно невелика в Наманганской области - 2,2 %, в Сырдарьинской области - 3,3 %, в Андижанской области - 3,6 %, в Джизакской области - 3,8 % и в Хорезмской области – 4,9 %.

Самый высокий уровень выбытия по регионам сложился в г. Ташкент - 24,2 промилле, 12,9 промилле - в Навоийской области, 9,9 промилле - в Ташкентской области, наиболее низкий показатель составил 1,8 промилле в Наманганской области, 2,7 промилле - в Андижанской области и 3,8 промилле - в Ферганской области.

#### 2.4.2 Статистические данные о миграционных процессах в Узбекистане

Оборот миграции – это число людей, переселившихся на данную территорию и выселившихся с нее за определенное время:

$$O = \Pi + Y \quad (2.17)$$

где  $\Pi$  – численность прибывших;  $Y$  – численность убывших.

Сальдо миграции – механический прирост населения [18,52,65,85,92], разность между числом прибывших на какую-либо территорию и числом убывших с нее за определенный срок:

$$C = \Pi - Y \quad (2.18)$$

где  $k_n$  - коэффициент прибытия;  $\Pi$  - число прибывших;  $S$  - средняя численность населения

Коэффициент убытия – число убывших с данной территории в расчете на 1000 человек в год:

$$k_n \frac{\Pi}{S} \cdot 1000\% \quad (2.19)$$

где  $k_n$  обозначает коэффициент прибыли;  $\Pi$  указывает на количество прибывших;  $S$  представляет собой средний размер населения.

Коэффициент убытия представляет собой статистический показатель, отражающий количество лиц, покинувших определенную географическую зону, приведенное к расчету на тысячу населения за годовой период.

$$k_y \frac{Y}{S} \cdot 1000\% \quad (2.20)$$

где  $k_y$  обозначает коэффициент убытия;  $Y$  представляет количество людей, покинувших территорию;  $S$  отражает среднее количество жителей.

Миграционный коэффициент – это показатель, отражающий объем прибывших и уехавших с территории, рассчитываемый на каждые 1000 жителей:

$$k_{\text{мо}} \frac{\text{П}+\text{У}}{\bar{S}} \cdot 1000\% \quad (2.21)$$

$k_{\text{мо}}$ , или коэффициент миграционного оборота, рассчитывается как сумма числа прибыли и убыли населения, делённая на среднюю численность населения за определённый период [16,52,65,85,92].

Миграционный коэффициент – это отношение величины прироста или уменьшения численности населения в результате миграции к общему числу населения, выраженное на каждые 1000 жителей.

$$k_{\text{мп}} \frac{\text{П}-\text{У}}{\bar{S}} \cdot 1000\% \quad (2.22)$$

где  $k_{\text{мп}}$  обозначает коэффициент миграционного прироста, а  $S$  является средней численностью населения.

Коэффициент миграционной эффективности отражает процентное соотношение числа миграционного прироста или убыли к общему объёму миграционного движения населения на конкретной территории.

$$\mathcal{E} = \frac{\text{П}-\text{У}}{\text{П}+\text{У}} \cdot 1000\% \quad (2.23)$$

где  $\mathcal{E}$  обозначает коэффициент эффективности миграционных потоков;  $\text{П}$  представляет количество прибывших лиц,  $\text{У}$  - количество уехавших.

## 2.5 Основные результаты и выводы к второй главе

Перспективы демографического развития Республики Узбекистан представляют собой важный аспект, определяющий будущее страны в различных сферах, включая экономику, социальную сферу и культуру. Узбекистан, обладая одним из самого молодого населения в мире, сталкивается с возможностями и вызовами, связанными с демографическими изменениями. Это состояние требует внимательного анализа и прогноза.

Во-первых, рост численности населения, который ожидается в ближайшие десятилетия, может стать мощным ресурсом для экономического развития. По данным Всемирного банка, молодое население обеспечивает рабочую силу для различных отраслей экономики, что может способствовать увеличению производительности и экономическому росту. Однако следует отметить, что успешное развитие зависит от создания достаточного количества рабочих мест. Кроме того, необходимо обеспечить адекватное образование и профессиональную подготовку для молодежи. Это требует инвестиций в образовательные учреждения, программы повышения квалификации и развитие навыков, востребованных на рынке труда.

Во-вторых, демографический переход, связанный с увеличением доли пожилых людей, потребует от Узбекистана адаптации социальной политики. Согласно прогнозам ООН, к 2050 году доля людей старше 65 лет в стране значительно вырастет. Это создаст необходимость в разработке мер по обеспечению пенсионного обеспечения, здравоохранения и социальной защиты для старшего поколения. Также важно понимать, что потребности пожилых людей могут требовать новых услуг и продуктов, что может стать источником для развития новых секторов экономики, таких как медицинские услуги и социальное обслуживание.

В-третьих, необходимо учитывать вопросы миграции. Узбекистан традиционно является страной, из которой мигрируют трудоспособные граждане в поисках лучших условий жизни и работы. По данным Международной организации по миграции, значительное число узбеков выезжает за границу в поисках заработка. Это может привести к дефициту рабочей силы в некоторых секторах экономики, что требует разработки эффективной миграционной политики. Необходимы меры, направленные на создание привлекательных условий для возвращения мигрантов и интеграции их в экономику страны.

Кроме того, демографические изменения могут оказывать влияние на социальную стабильность и межэтнические отношения. Узбекистан —

многонациональная страна, и важно обеспечить гармоничное сосуществование различных этнических групп. Это требует активной работы в области межкультурного диалога и интеграции, что может включать в себя программы по обучению языкам, культурным особенностям и совместным инициативам. Поддержание общественного согласия становится особенно актуальным в условиях глобализации и увеличения миграционных потоков.

Перспективы демографического развития Республики Узбекистан в значительной степени зависят от того, как страна сможет управлять своими демографическими ресурсами. Эффективная политика в области образования, здравоохранения, социальной защиты и миграции будет способствовать не только устойчивому экономическому росту, но и социальной стабильности. Это является ключевым для будущего страны, так как успешное управление демографическими вызовами может привести к улучшению качества жизни всех граждан и созданию более сбалансированного и устойчивого общества.

### **Глава 3. Разработка модели для анализа демографических процессов в Республике Узбекистан**

Модель, представленная в данном исследовании, ориентирована на изучение демографической структуры по половому и возрастному признакам в Узбекистане. Исключив проекции баланса, мы получаем ключевые выводы, дающие обзор на демографический состав и численность населения, которое предвидится в будущем. Этот анализ объединяет в финальных данных очерки всех граждан Узбекистана, опираясь на их статистические показатели. Следует подчеркнуть, что демонстрируемые данные имеют прогностический, следовательно, вероятностный аспект, при этом особое внимание уделяется числовым значениям, которые отражают среднестатистический прогностический сценарий.

Как ранее отмечалось, информация по индивидуальным годам в контексте среднего прогнозируемого сценария отражена в таблицах, включающих обобщенные данные и детализированные значения по гендерно-возрастной составляющей.

Прогностические данные однозначно свидетельствуют о том, что в течение следующих 30 лет населения Республики Узбекистан будет демонстрировать стабильный рост. Прогнозируется, что численность населения достигнет отметок между 43 и 46,8 миллиона человек, с наибольшей ожидаемой плотностью населения в районе 44,8 миллиона. Таким образом, в течение рассматриваемого периода предполагается увеличение общей численности населения на 37 %, при возможных колебаниях этого показателя в пределах от 32 % до 43 %.

В предстоящий период отмечается, что динамика роста населения подвергнется изменениям. Ожидается, что в первые восемь лет наблюдается существенное замедление ежегодного прироста населения, с начального значения в 1,6 % до 1,0 %. После этого периода прирост временно останется на одном уровне, однако предвидится его дальнейшее падение после 2040

года. Эти вариации в скорости прироста связываются с характеристиками возрастного-полового распределения населения на начальном этапе. В то же время, общая численность населения будет продолжать увеличиваться, даже в условиях прогнозируемого усиления миграционного оттока, который, ожидается, достигнет своего пика к началу 2030-х годов, устанавливаясь на уровне 40 тысяч человек ежегодно.

Следовательно, динамика численности населения останется основополагающим элементом в демографии Узбекистана, тем не менее, ее влияние предположительно снизится с 536 тыс. до менее 300 тыс. людей ежегодно к середине 21-го века.

### **3.1. Моделирование демографических процессов в Республике Узбекистан**

В демографических исследованиях прогнозирование занимает ключевую роль в анализе и предсказании социоэкономических динамик населения в широком контексте общественных преобразований.

Прогнозирование демографических изменений, включая оценку будущего количества жителей, их возрастного-гендерного состава, уровней рождаемости, смертности и продолжительности жизни, играет ключевую роль в стратегическом развитии экономических и социальных секторов, таких как образование, медицина, системы социального обеспечения и пенсионного страхования.

Этот комплекс предсказаний особенно значим в контексте принятия стратегически важных решений на государственном уровне, что нашло отражение в активизации общественного интереса к исполнению указа Президента Республики Узбекистан № УП-37 от 21 февраля 2024 года о внедрении Государственной программы в рамках стратегии развития «Узбекистан – 2030».

Этот нормативно-правовой акт ставит перед собой цели улучшения демографических показателей, в том числе увеличения средней продолжительности жизни до 75 лет, что является индикатором успеха в реализации означенной стратегической инициативы.

Увеличенная потребность в наблюдении за демографической обстановкой на текущий момент, анализ состава демографических статистик, тщательное рассмотрение научным миром вопросов достижения национальных задач спровоцировали определение тематики данного исследования.

В ходе исследования были рассмотрены ключевые аспекты моделирования демографических тенденций в Республике Узбекистан, включая рождаемость, смертность, младенческую смертность и динамику брачных союзов, на основе ежемесячных данных, предоставленных «Агентством статистики при Президенте Республики Узбекистан», в течение прогнозируемого периода с 2024 по 2050 годы.

Международные научные работы выявили, что, в дополнение к стандартным демографическим подходам, модели ARIMA обеспечивают достоверные прогнозы демографических характеристик, таких как популяционный размер, коэффициенты рождаемости и смертности, а также ожидаемую продолжительность жизни населения [2,52,65,86,92].

Целью настоящего исследования является оценка эффективности текущих статистических методов прогнозирования, а также усовершенствование статистических подходов к анализу [4,52,65,86,92] и предсказанию сезонных колебаний в демографических показателях. В рамках работы будет осуществлен глубокий анализ применения SARIMA-моделей для демографических исследований в Республике Узбекистан, что позволит продемонстрировать эффективность и потенциал прогностических возможностей статистического моделирования на основе этого класса моделей.

### 3.1.1 Методы и подходы к анализу демографических явлений

Исследование сезонных колебаний населения с помощью статистики. В процессе разработки прогнозов демографической ситуации, ученые применяют множество методологий: от математических алгоритмов до когортного анализа и статистического анализа. АРИМА (ARIMA)-моделирование, разработанное Боксом и Дженкинсом для изучения экономических трендов, обрело широкое распространение в различных сферах, включая демографию, благодаря своей гибкости и эффективности в выявлении временных зависимостей.

В исследовании, выполненном Боксом и Дженкинсом, осуществлялась аналитическая работа по моделированию демографических показателей, включая численность населения, показатели брачности, рождаемости и смертности. Для прогнозирования динамики численности населения использовался метод АРИМА с параметрами (1,1,0) на основе логарифмического преобразования данных. В анализе показателей рождаемости применялись модели АРИМА с различной структурой параметров: (4,1,1) и (3,1,2), что позволило более точно оценить темпы изменения рождаемости во времени.

АРИМА-модели для прогнозирования средней продолжительности жизни мужчин и женщин для женщин и АРИМА (1,1,1) для мужчин [6,52,65,86,92].

Продолжение развития методов анализа временных рядов привело к созданию SARIMA-моделей, адаптированных для анализа данных с явно выраженной сезонностью. Эти модели стали широко применяться научным сообществом для точного прогнозирования временных последовательностей [47,52,65,86,92] и являются фундаментом для алгоритм сезонной коррекции, как X-13-АРИМА, используемого Государственным комитетом Республики Узбекистан по статистике, а также подхода TRAMO/SEATS. Модель TRAMO, разработанная для анализа временных рядов с учетом АРИМА-шума, пропущенных наблюдений и аномальных значений, эффективно используется

для оценки и создания прогнозов, учитывая все возможные искажения в исходных данных.

Метод SEATS (Сигнальное Извлечение в Временных Рядах ARIMA) осуществляет декомпозицию временной последовательности на скрытые компоненты, используя процесс ARIMA.

Виктор Гомес и Августин Маравалл осуществили разработку программного обеспечения для обеих моделей.

Применение алгоритмов для выполнения вычислений на основе моделей TRAMO и SEATS интегрировано в аналитическую платформу под ОС Windows. В случае ОС Linux для использования этих методов необходимо осуществить дополнительную интеграцию.

TRAMO «Регрессия временных рядов с шумом ARIMA, пропущенными наблюдениями и выбросами» это программа для оценки, прогнозирования и интерполяции регрессионных моделей с пропущенными значениями и ошибками ARIMA при наличии нескольких типов выбросов (на местоположение пропущенных наблюдений в ряду [52,65,71,86,92] не накладывается никаких ограничений).

Программное обеспечение X-13-ARIMA-SEATS, основанное на подходах сезонной корректировки и моделировании с использованием ARIMA моделей, функционирует в режиме полной автономии.

Временной ряд обычно состоит из трёх основных составляющих, которые возможно анализировать и предсказывать отдельно: долгосрочное направление изменений или тренд, периодически повторяющиеся колебания - сезонные флуктуации, и непостоянные, случайные изменения, называемые нерегулярной компонентой.

Тенденция – это компонента, отражающая долгосрочные колебания рынка, которые превышают длительность сезонных вариаций.

Сезонная составляющая отражает периодические колебания, охватывая годовые изменчивые календарные особенности: варьирование рабочих дней, плавающие даты праздников, наличие високосного года.

Нерегулярная компонента представляет собой случайные изменения во временных рядах, охватывая как фоновый шум, так и аномальные отклонения различной природы.

Задача методологии заключается в создании моделирования замеченной временной последовательности с использованием сезонной ARIMA (SARIMA) модели для выделения элементов из её конструкции через спектральные анализы.

Она способна усиливать разброс непостоянных составляющих данных, в то же время сокращая колебания, связанные с сезонностью. Методы, основанные на моделях ARIMA, проявляют высокую чувствительность к аномалиям в данных, что мешает точной идентификации временных компонент с предсказуемым поведением. В ответ на эти ограничения, были предложены комбинированные подходы, интегрирующие регрессионный анализ с использованием индикаторных переменных и моделированием ошибок по принципам ARIMA, что привело к созданию систем TRAMO-SEATS.

Основной компонент программного продукта предполагает, что исходная последовательность данных стационарна или может быть сведена к стационарному состоянию через использование разностей фиксированного порядка.

Важность стационарного состояния временных рядов не подлежит сомнению при моделировании по методу ARIMA, особенно когда дело касается анализа данных в сфере социально-экономических исследований, где на результаты оказывают влияние детерминированные эффекты и структурные аномалии, создавая трудности для эффективного применения модели ARIMA. Для решения этой проблемы используется программный инструмент TRAMO, задачей которого является идентификация и коррекция указанных выше детерминированных эффектов с целью достижения стационарности временного ряда. TRAMO применяет комплексный подход, сочетая в себе регрессионный анализ с моделями ARIMA для оценки текущего

состояния, прогнозирования будущих значений и интерполяции данных, тем самым обеспечивая более надежное и точное моделирование временных рядов.

SEATS начинается с подгонки модели ARIMA к стационарному линейному ряду, полученную TRAMO. Эта модель определяется посредством применения автоматической процедуры идентификации модели, основанной на ограничениях, касающихся порядков сезонных и несезонных полиномов [52,65,70,86,92].

Процедура X-11-ARIMA включает предварительную обработку данных, добавляя оценочные значения на начальном и конечном этапах временного ряда перед выполнением сезонной колебаний. Это достигается за счет применения методов экстраполяции и ретроспективного прогнозирования на основе моделей ARIMA. Данный подход позволяет значительно снизить объем корректировок и задержки при окончательном формировании оценок, что способствует повышению выделения сезонного компонента анализируемых данных.

Заключительное обновление подходов серии X-type представляет метод X-13-ARIMA-SEATS, интегрированный в программный комплекс JDemetra+. В упрощенном варианте его обозначение в программе и дальнейшем тексте - «X-13».

Метод X-13 предоставляет комплексные функции для анализа временных рядов и отбора подходящих моделей через регрессионный анализ на базе ARIMA. Он включает в себя процедуры SEATS и X-11 для детализированного рассмотрения данных. В альтернативных подходах к сезонной корректировке, как TRAMO/SEATS, акцентируется внимание на выявлении основного сигнала за шумами через декомпозицию временного ряда с помощью ARIMA, что обеспечивает пристрастность в характеристиках изучаемого ряда и его компонентов, на основе чего достигается гармонизация полученных с использованием ARIMA детальных моделей и общей модели наблюдаемого ряда.

В подходе TRAMO/SEATS, сегмент TRAMO предназначен для первичной модификации данных. Аббревиатура «TRAMO» расшифровывается как «Регрессионный анализ временных рядов с использованием модели ARIMA для учета шума, с пропущенными данными и аномалиями» (Time Series Regression with Arima Noise, Missing Observations, and Outliers) [52,65,70,86,92].

Программное решение, предназначенное для автоматизированного выявления, аналитической оценки, проекции будущих значений и дополнения данных с использованием моделей «Regression- ARIMA», облегчает как расширение временных рядов прогнозами, так и идентификацию аномалий с применением подходящих регрессионных моделей. Этот инструмент может функционировать независимо для обнаружения аномалий или прогнозирования результатов. Однако его главное применение заключается в подготовке данных к сезонной корректировке, выполняемой перед использованием основных статистических методов. Процедура TRAMO тесно связана с подготовительной стадией метода X-13, поскольку и TRAMO, и X-13 используют одинаковый аналитический подход, основанный на модели Reg-ARIMA.

На стадии TRAMO осуществляется подготовка временного ряда, который затем передается в процедуру SEATS для дальнейшей обработки. В процедуре SEATS временной ряд, уже очищенный от аномалий и влияния регрессионных факторов, подвергается фильтрации. Процесс включает оценку сезонно скорректированного ряда и извлечение его основных составляющих: сезонной, трендово-циклической и остаточной компонент. SEATS, что расшифровывается как "Выделение Сигнала в ARIMA временных рядах", применяет модели ARIMA для анализа и разложения временных рядов на составляющие.

Эта программа предназначена для декомпозиции временных рядов на составляющие элементы, используя алгоритм, базированный на модели

ARIMA. SEATS была разработана на основе первоначального программного обеспечения, созданного с целью сезонной адаптации данных.

Методологии, X-13 и TRAMO/SEATS, разделяют ряд аналитических принципов. Вначале они применяют корректировку данных для учета аномалий с использованием регрессионного анализа. Далее идет этап идентификации и оценки основных элементов анализируемого временного ряда: тренда к циклу, сезонности, случайных колебаний, при необходимости выделяется также промежуточная составляющая.

Фильтр X-13 отбирается из предварительно сформированного ассортимента фильтров, тогда как SEATS применяет декомпозицию, основанную на модели ARIMA. Помимо этого, результаты их работы и качественная оценка представляют собой различные аспекты.

### **3.1.2. Основы демографии, процедуры формирования и вычисления ключевых демографических индексов**

Мы изучили определенные характеристики временных рядов, подходящие для построения моделей. Теперь обратим внимание на основные элементы анализа временных рядов, представляющие собой более глубокие аспекты данных.

Компоненты временных рядов

- Тренд в анализе временных рядов отражает долгосрочную тенденцию изменения данных, выявляя их основное направление развития. Существуют восходящие тренды, характеризующиеся ростом значений, нисходящие тренды, указывающие на их снижение, и стабильные тренды, при которых данные сохраняют постоянный уровень.

- Сезонность: регулярные и предсказуемые изменения в данных временных рядов, возникающие через фиксированные временные промежутки, такие как месяцы, кварталы или годы.

- Цикличность: это изменения во временных последовательностях данных на протяжении долгих периодов, без строгой периодичности. Эти циклические колебания могут быть обусловлены экономическими ситуациями, политическими событиями или другими экзогенными переменными.

- Нерегулярности или остатки в анализе временных рядов относятся к компонентам, являющимся результатом спонтанных, непрогнозируемых колебаний, которые не коррелируют с основными изменениями, такими как тенденция во времени (тренд), сезонные колебания или циклические вариации.

Следует подчеркнуть, что не каждый временной ряд включает в себя все эти элементы.

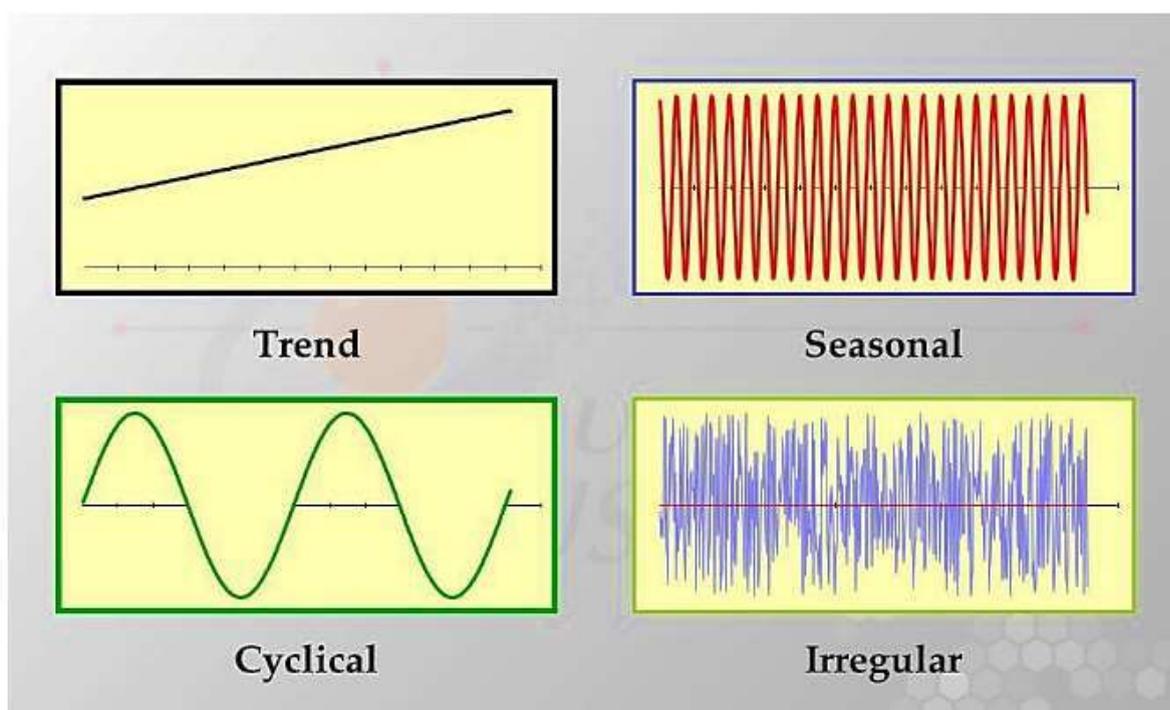


Рисунок 3.1. Ограничения при анализе временных рядов

Исследование временных рядов, обладая обширной областью применения, сталкивается с различными препятствиями и сложностями, осведомленность о которых критически важна. Вот несколько ключевых ограничений:

- исследование временных последовательностей исходит из предпосылки о их стационарном характере, что делает его менее адаптируемым к изменчивым процессам.

- недостающие данные могут вызвать искажение исходов анализа, особенно когда они имеют неслучайный характер.

- часто временные ряды подвержены влиянию многочисленных экзогенных переменных.

- недостаток информации или краткосрочность временных последовательностей уменьшают потенциал аналитических исследований.

здесь важно подробнее остановиться на двух важных концептах: стационарных и неконстантных временных последовательностях.

временные ряды, которые являются стационарными, должны соответствовать следующим критериям:

- среднее значение последовательности стабильно со временем, то есть математическое ожидание остается неизменным.

- автоковариация, или ковариация между значениями одного временного ряда, определяется исключительно интервалом времени между этими значениями, игнорируя их конкретное положение в начале или конце ряда.

- вариация стационарного временного ряда остается постоянной на протяжении времени.

Когда параметры, такие как среднее, дисперсия и ковариация, демонстрируют изменчивость по временной шкале, датасет классифицируется как нестационарный.

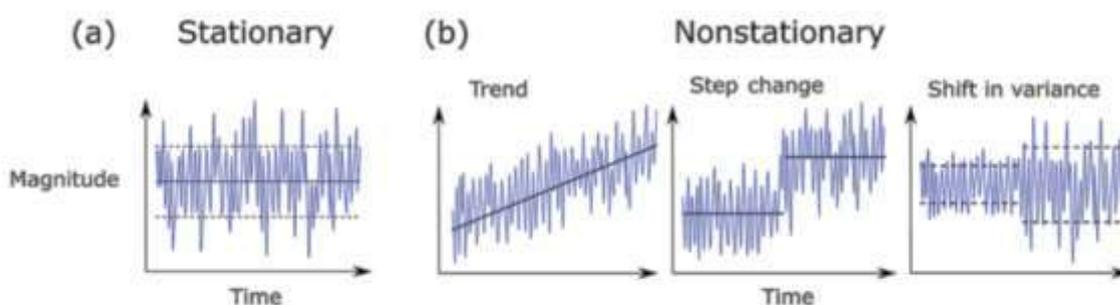


Рисунок 3.2. Методики анализа стационарности и анализа нестационарности во временных рядах

В процессе данных для анализа временных рядов критично важно установить, обладает свойством стационарности. Это достигается путем применения специализированных статистических методов. Для оценки стационарности преимущественно используются два ключевых теста [9,52,65,70,86,92]:

- Дикки-Фуллера (ADF-тест) с учетом автокорреляции [62,65,70,86,92].
- Критерий Квитка-Филлипса-Шмидта-Шина (KPSS-тест)

ADF-тест (Augmented Dickey-Fuller test) предназначен для проверки стационарности временных рядов, учитывая автокорреляцию и интегрированность порядка  $d$ . Он опирается на  $t$ -статистику, вычисляемую как отношение оценки параметра авторегрессии к стандартной ошибке этой оценки.

ADF-тест является наиболее распространенным статистическим тестом [62,65,70,86,92] для проверки стационарности. Он позволяет определить, содержит ли временной ряд единичный корень, что указывает на его нестационарность. Он проводится на основе следующих гипотез:

- Нулевая гипотеза ( $H_0$ ) [26,65,70,86,92] утверждает, что временной ряд обладает нестационарность из-за присутствия единичного корня.
- Альтернативная гипотеза ( $H_1$ ) утверждает, что анализируемый временной ряд является стационарным, то есть не характеризуется наличием единичного корня.

Исход испытания задаётся  $p$ -уровнем значимости:

- Когда  $p$ -значение превышает 0.05, отсутствует основание для отклонения нулевой гипотезы ( $H_0$ ), что указывает на нестационарность временного ряда.
- Если  $p$ -значение меньше или равно 0.05, альтернативная гипотеза ( $H_1$ ) принимается как верная. Это указывает на стационарность временного ряда [63,65,70,86,92].

В процессе проведения ADF-теста (Augmented Dickey-Fuller) применяется функция `adfuller`, содержащаяся в модуле `stattools` пакета

statsmodels.tsa. Данная функция предусматривает использование ряда параметров:

- `x` - последовательность временных данных, подлежащая анализу.
- `maxlag` - это наибольшее количество задержек, применяемых в усовершенствованном тесте на стационарность Дики-Фуллера. В случае отсутствия явного указания, его значение устанавливается по умолчанию.
- `regression` - это вид регрессионного анализа в тестировании, определяющийся типом зависимостей: "c" для только постоянного члена, "ct" включает в себя постоянный член и линейный тренд, "ctt" охватывает постоянный член, линейный и квадратичный тренды, а "nc" предполагает анализ без использования постоянного члена и тренда.
- `Autolag` - это способ определения идеального количества лагов, используя либо "AIC" (информационный критерий Акаике), "BIC" (байесовский информационный критерий, также известный как критерий Шварца), или "t-stat" (критерий значимости по t-статистике).

Функция выводит следующие результаты:

- `adf_stat` - реализация статистического показателя для проверки Дики-Фуллера.
- `p-value` - p-значение, применяется для оценки статистической значимости результатов испытания.
- `usedlag` - число задержек, применённых в анализе.
- `nobs` - количество отмеченных временных точек в начальной последовательности данных.
- Критические значения - это пороги в статистических проверках гипотез, определяющие границы для отклонения или неотклонения нулевой гипотезы на установленных уровнях значимости.
- `ICBEST` — это метрика для определения идеального количества отстающих значений в модели.

Тест Квитка-Филлипса-Шмидта-Шина (KPSS-тест) [4,65,70,86,92]. Этот тест KPSS оценивает стационарность временных рядов, проверяя нулевую

гипотезу о наличии устойчивого уровня, основываясь на анализе вариации скомпонованных частичных сумм относительно линейного тренда.

Отличаясь от теста Дикки-Фуллера (ADF), который исследует основное предположение о наличии нестационарного процесса, KPSS-тест направлен на проверку основной гипотезы стационарности данных с учетом определенного тренда, в разрезе возможной альтернативы, указывающей на присутствие единичного корня. Эта проверка базируется на следующих предпосылках:

- гипотеза  $H_0$  утверждает стационарность временного ряда, исключая наличие единичного корня.
- альтернативное предположение ( $H_1$ ): временной ряд демонстрирует нестационарность, указывая на наличие единичного корня.

### **3.1.3. Конвертация динамических данных в статические**

Давайте кратко обсудим методы, применяемые для превращения нестационарных временных рядов в стационарные, что необходимо для их эффективного анализа и прогнозирования. В арсенале имеем три ключевых подхода:

- удаление трендовой компоненты (detrending);
- обработки данных (data processing).

Анализ тенденций через детрендинг. Данный подход предполагает исключение трендового компонента из первоначального массива данных для демонстрации исключительно отклонений от выявленного тренда. Это способствует обнаружению циклически повторяющихся шаблонов внутри данных.

Различные подходы к определению направления тренда включают:

- Расчет скользящей средней - это определение среднего показателя за конкретный период в ряду данных. Этот метод помогает уменьшить волатильность и выявить основные направления развития тренда.

- Метод линейной регрессии предназначен для выявления зависимостей между переменными, аппроксимируя наблюдаемую зависимость линейной функцией. Определение параметров этой функции осуществляется через применение метода наименьших квадратов, минимизируя его сумму квадратов разностей между реальными и прогнозируемыми значениями.

- Техника экспоненциального сглаживания строится на принципе, утверждающем высшую релевантность последних наблюдений по сравнению с предыдущими. Приложение экспоненциальных весов к данным обеспечивает их уменьшение в значимости экспоненциально по мере увеличения их возраста.

- Метод Холта-Винтера, развивая принцип экспоненциального сглаживания, интегрирует в себя анализ сезонных колебаний.

Методы обработки временных рядов. В предшествующих главах было проведено введение в основы анализа временных рядов, включая изучение их характеристик, ключевых элементов, ограничений и способов приведения нестационарных временных рядов к стационарному виду. Настал момент обратить внимание на эффективные инструменты, способствующие прогнозированию будущих значений [21,65,70,86,92], трактовке данных и извлечению важной информации из анализа временных рядов.

В аналитике временных рядов применяется разнообразие методик, среди которых наиболее распространены:

- Авторегрессивный процесс (AR): подход к моделированию, предсказывающий будущее значение зависимой переменной через анализ ее прошлых наблюдений.

- Скользящие средние (MA) - это методы временных рядов, где будущие значения переменной прогнозируются через усреднение разности между фактическими значениями и их прогнозами из прошлых периодов.

- Модель ARMA (авторегрессионная модель со скользящим средним) интегрирует аспекты авторегрессии (AR) с моделями скользящего среднего (MA).

- ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) представляет собой расширение модели ARMA, адаптируемое для анализа данных с нестационарными временными рядами.

- Авторегрессионная модель (AR)

Авторегрессионная модель (AR) представляет собой базовую методику, позволяющую оценивать будущие показатели временных последовательностей, опираясь на их исторические данные. Этот аналитический инструмент широко используется в прогностической аналитике, когда имеется очевидная корреляция между последующими и предшествующими значениями в ряде.

Модель авторегрессии (AR) фактически представляет собой линейную регрессию, где в качестве предикторов выступают предшествующие значения того же временного ряда [26,65,70,86,92], сдвинутые по времени на определенное количество шагов, известное как лаг.

Чтобы разработать модель, применим `AutoReg` из `ar_model`, который является частью `statsmodels.tsa`. Для демонстрации способа генерации прогностических данных в этой и следующих ситуациях выполним прогнозирование на следующие 365 дней.

ARMA (AutoRegressive Moving Average) и ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) – это статистические модели, используемые для анализа и прогнозирования временных рядов. ARMA, сочетающая в себе авторегрессию и скользящее среднее, описывает слабостационарные временные ряды, используя авторегрессивный и скользящие средние компоненты, отраженные в двух многочленах соответственно.

ARIMA, или авторегрессивный интегрированная скользящая средняя, представляет собой статистическую модель прогнозирования временных рядов.

Основное отличие между ARMA и ARIMA моделями проявляется в использовании интеграции. ARIMA применяет дифференцирование для моделирования изменений между последовательными наблюдениями,

позволяя анализировать нестационарные временные ряды. В отличие от этого, ARMA эффективна для стационарных временных рядов и не требует процесса дифференцирования для их анализа.

- Авторегрессия – применяет исторические данные для предсказания последующих значений.

- MA (Moving Average) модель использует исторические данные ошибок в временном ряде для прогнозирования будущих значений [21,65,70,86,92].

- Я  $\implies$  Применяет дифференцирование ряда для достижения стационарности данных.

- $AR + Я + MA = ARIMA$

ARMA лучше всего подходит для прогнозирования стационарных рядов. Для поддержки как стационарных, так и нестационарных рядов была разработана модель ARIMA [21,65,70,86,92].

Методы ARMA и ARIMA характеризуются трио параметров [26,65,70,86,92]:

- $p$  (авторегрессивные лаги): Число предыдущих наблюдений во временном ряде, применяемых для оценки настоящего показателя.

- $q$  (задержки скользящего среднего): Число промахов в прогнозировании прошлых этапов, принимаемых во внимание при создании обновленного прогноза.

- $d$  (разность порядков): Количество произведенных дифференциаций данных для достижения их стационарности, что подразумевает удаление трендов и сезонных колебаний. В контексте ARMA модели, порядок дифференцирования обычно составляет ноль, поскольку модель ARMA предполагает отсутствие необходимости в дифференцировании данных.

Чтобы установить параметры данных моделей, важно изучать автокорреляционную функцию (ACF) и частичную автокорреляционную функцию (PACF).

- Автокорреляционная функция (ACF);

- Частичная автокорреляционная функция (PACF) определяет корреляцию между временными рядами с учетом лагов.

ACF измеряет степень сходства между значением временного ряда и его прошлыми значениями с разными временными лагами. Другими словами, ACF измеряет корреляцию между временными отклонениями ряда [4,65,70,86,92] и его отставаниями на различные лаги [26,65,70,86,92].

Корреляционный коэффициент, приближающийся к значениям 1 или -1, демонстрирует высокую степень взаимосвязи между переменными в разные моменты времени, тогда как коэффициент, около 0, свидетельствует об отсутствии коррелятивной связи.

В реальных условиях автокорреляционная функция (ACF) способствует выявлению сезонности или цикличности в данных временных рядов.

PACF похожа на функцию автокорреляции, но немного сложнее для понимания. PACF показывает прямую корреляцию между текущим значением и его прошлыми значениями с учетом временных лагов. При этом она исключает влияние промежуточных значений на эту корреляцию [26,65,70,86,92].

Другими словами, частная автокорреляционная функция (PACF) концентрируется исключительно на прямом эффекте предшествующих данных на настоящее значение, не учитывая опосредованное воздействие, проходящее через другие промежуточные точки данных.

PACF часто используется при определении порядка авторегрессионной части (AR) модели ARMA и ARIMA, помогая определить количество лагов, которые следует включить в модель AR [26,65,70,86,92].

Исследование автокорреляционных функций (ACF) и частичных автокорреляционных функций (PACF) играют ключевую роль в анализе временных рядов, определении внутренних зависимостей и выборе адекватных прогностических моделей [20,65,70,86,92].

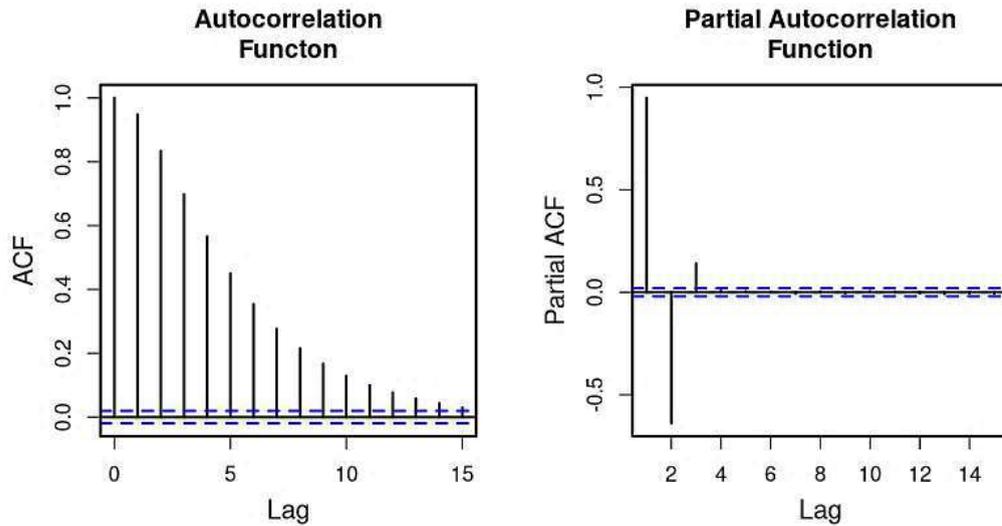


Рисунок 3.3. Графики автокорреляционной и частичной автокорреляционной функций

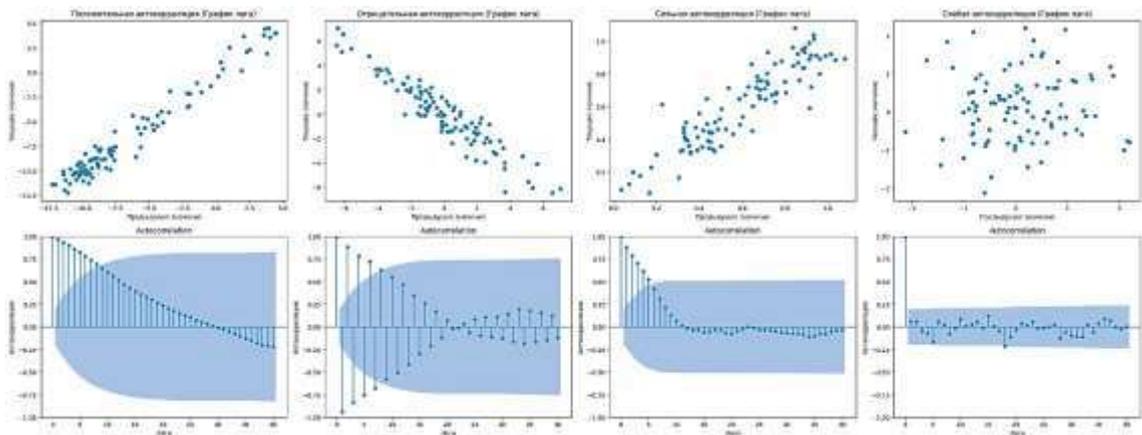


Рисунок 3.4. Анализ коррелограмм ACF и PACF

- Авторегрессионный компонент (AR): при медленном спаде автокорреляционной функции (ACF) и резком прекращении частичной автокорреляционной функции (PACF) после нескольких задержек, это сигнализирует о необходимости интеграции авторегрессионного элемента в модель. Размерность AR-компонента, то есть количество задержек, определяют исходя из PACF.

- Скользящая средняя компонента (MA): в случае медленного спада частичной автокорреляционной функции (PACF) и резкого сокращения автокорреляционной функции (ACF) после нескольких отступов, это

предполагает целесообразность введения в модель компоненты скользящей средней. Её порядок возможно установить анализом АСФ.

Исследование автокорреляционной функции (АСФ) и частичной автокорреляционной функции (РАСФ) способствует определению наилучших параметров для моделей авторегрессии-скользящего среднего (ARMA) Исследование автокорреляционных функций (АСФ) и частичных автокорреляционных функций (РАСФ) играют ключевую роль в анализе временных рядов, определении внутренних зависимостей и выборе адекватных прогностических моделей [21,65,70,86,92] и авторегрессионной интегрированной скользящей средней (ARIMA), повышая их прогностическую точность и точное представление временных рядов.

Для исследования автокорреляционной и частичной автокорреляционной функций в Python применяются методы `plot_acf()` и `plot_pacf()` из Исследование автокорреляционных функций (АСФ) и частичных автокорреляционных функций (РАСФ) играют ключевую роль в анализе временных рядов, определении внутренних зависимостей и выборе адекватных прогностических моделей [26,65,70,86,92] библиотеки `statsmodels`.

На автокорреляционной функции (АСФ) наблюдаются выраженные максимумы при лагах 1, 5, 10, 15, подчеркивая наличие сезонного эффекта в исследуемой временной последовательности с интервалом примерно в 5 лагов. В то же время, заметны значительные значения автокорреляции на промежуточных лагах, например, на 2, 3, 4 и последующих, что может свидетельствовать о наличии многоуровневой автокорреляционной структуры с множественными компонентами автокорреляции. Исследование частичной автокорреляционной функции (РАСФ) дополнительно может помочь в выявлении и интерпретации этих структур.

[11]:

ARDL Model Results						
Dep. Variable:	y	No. Observations:	55			
Model:	ARDL(2, 1, 2, 3)	Log Likelihood	136.252			
Method:	Conditional MLE	S.D. of innovations	0.019			
Date:	Thu, 14 Nov 2024	AIC	-246.504			
Time:	17:07:19	BIC	-220.890			
Sample:	3	HQIC	-236.654			
55						
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
const	2.4440	0.546	4.479	0.000	1.342	3.546
y.L1	0.2695	0.139	1.944	0.059	-0.011	0.550
y.L2	0.3409	0.114	2.993	0.005	0.111	0.571
x0.L0	0.6344	0.145	4.368	0.000	0.341	0.928
x0.L1	-0.2426	0.159	-1.527	0.134	-0.563	0.078
x1.L0	-1.1316	0.359	-3.157	0.003	-1.856	-0.408
x1.L1	0.1056	0.640	0.165	0.870	-1.186	1.397
x1.L2	-0.8347	0.497	-1.679	0.101	-1.839	0.170
x2.L0	0.2849	0.614	0.464	0.645	-0.954	1.524
x2.L1	0.0433	0.805	0.054	0.957	-1.582	1.669
x2.L2	0.4429	0.770	0.575	0.568	-1.112	1.998
x2.L3	0.3671	0.515	0.713	0.480	-0.673	1.408

Рисунок 3.5. Функция частичной автокорреляции в Python

На Рисунок частичной автокорреляционной функции (PACF) наблюдаются выраженные автокорреляционные пики на начальных временных сдвигах, в частности на лагах 1 и 5, которые по мере увеличения временного сдвига становятся менее выраженными. Это свидетельствует о наличии авторегрессивного компонента в данных. Наличие значимых пиков на более длинных временных сдвигах, как-то лаги начиная с 5 и выше, подтверждает гипотезу о сезонных колебаниях во временном ряде.

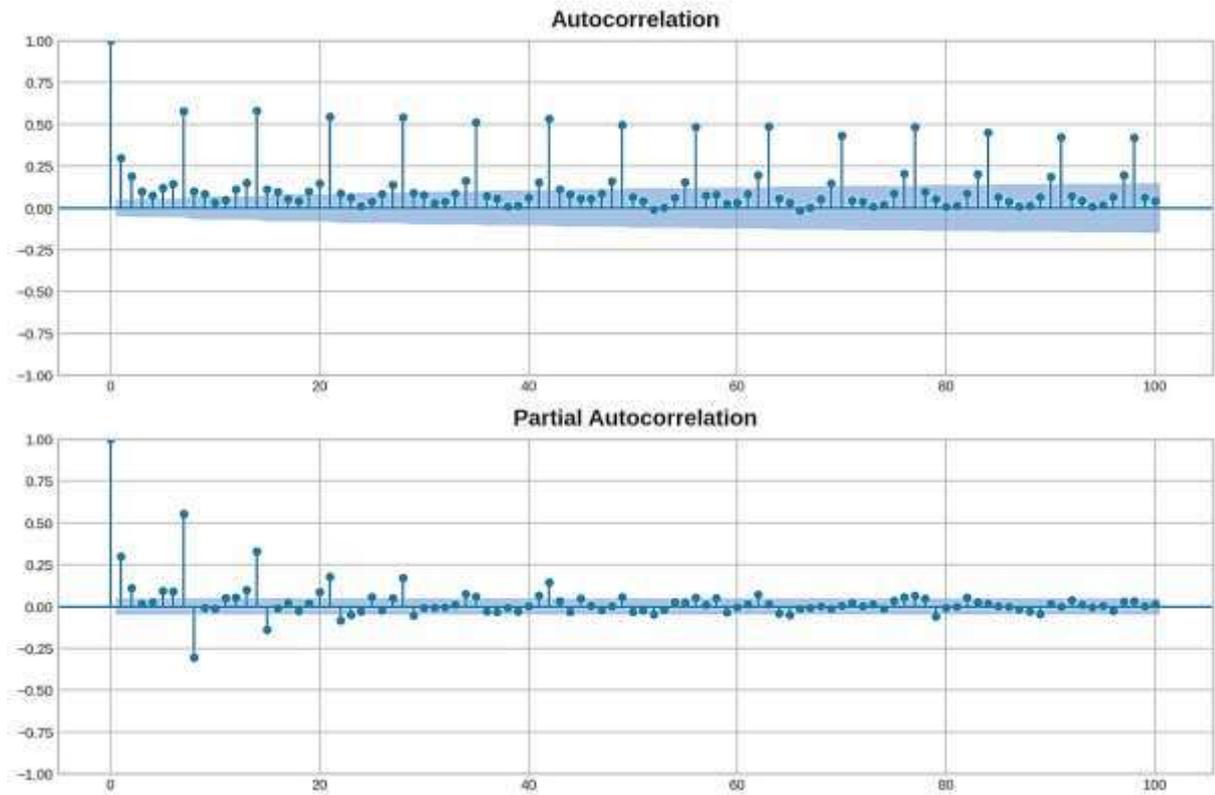


Рисунок 3.6. График частичной автокорреляционной функции (PACF) вместе с автокорреляционной функцией (ACF)

Выводы и подбор параметров:

Параметры AR (p):

На графике частичной автокорреляции (PACF) наблюдаются значимые выбросы для начальных лагов, таких как 1-й и 5-й, что предполагает наличие авторегрессионной (AR) компонент в временном ряду. Это свидетельствует о том, что оптимальное значение параметра  $p$  для AR-модели может составлять примерно 5 или 10.

Параметры MA (q):

На автокорреляционной функции (ACF) выделяются высокие пики при определенных значениях лагов, свидетельствуя о присутствии компоненты скользящего среднего (MA) в данных. Оценка порядка  $q$  этой компоненты может равняться примерно 5 или 10.

Сезонность:

Выраженные максимумы на автокорреляционной функции (ACF) и частичной автокорреляционной функции (PACF) при лагах около 5 свидетельствуют о наличии сезонности в рассматриваемом временном ряде. При моделировании через ARIMA, включение сезонных компонент в модель позволит адекватно учесть этот фактор.

В Python разработка моделей ARMA и ARIMA осуществляется с использованием модуля `statsmodels.tsa.arima_model`, предоставляющего класс ARIMA, специализированный для анализа и прогнозирования данных временных рядов.

Методы класса ARIMA:

- `fit()`: определяет параметры модели.
- `predict()`: генерирует прогноз, используя обученную модель.
- `forecast()`: рассчитывает прогноз на определенное количество будущих периодов.
- `summary()`: предоставляет обобщенные данные по выводам модели.

Фактически, разобранные нами модели могут быть применены в Python через использование класса ARIMA. Рассмотрим параметр `order=(p, d, q)` и потенциальные варианты комбинаций этих переменных:

- `(1, 0, 0)`: Эта структура предполагает использование одного лага временного ряда для авторегрессии без интеграции скользящего среднего компонента, обозначаясь как авторегрессионной модель первого порядка AR(1) [21,65,70,86,92].
- `(0, 0, 1)` обозначает модель, в которой отсутствует авторегрессионной компонента и используется только одно лаговое значение ошибки прогноза для формирования скользящего среднего, что характерно для модели скользящего среднего первого порядка MA(1).
- `(1, 0, 1)`: Эта модель активно применяет один лаг временного ряда для авторегрессионного компонента и один лаг ошибки прогноза для компонента скользящего среднего, представляя собой интегрированную модель ARMA(1,1) [21,65,70,86,92].

[7]:

```
det_proc.range("2025-01", "2026-01")
```

[7]:

	const	sin(1,12)	cos(1,12)	sin(2,12)	cos(2,12)
2025-01	1.0	-8.660254e-01	5.000000e-01	-8.660254e-01	-0.5
2025-02	1.0	-5.000000e-01	8.660254e-01	-8.660254e-01	0.5
2025-03	1.0	-1.224647e-15	1.000000e+00	-2.449294e-15	1.0
2025-04	1.0	5.000000e-01	8.660254e-01	8.660254e-01	0.5
2025-05	1.0	8.660254e-01	5.000000e-01	8.660254e-01	-0.5
2025-06	1.0	1.000000e+00	-4.904777e-16	-9.809554e-16	-1.0
2025-07	1.0	8.660254e-01	-5.000000e-01	-8.660254e-01	-0.5
2025-08	1.0	5.000000e-01	-8.660254e-01	-8.660254e-01	0.5
2025-09	1.0	4.899825e-15	-1.000000e+00	-9.799650e-15	1.0
2025-10	1.0	-5.000000e-01	-8.660254e-01	8.660254e-01	0.5
2025-11	1.0	-8.660254e-01	-5.000000e-01	8.660254e-01	-0.5
2025-12	1.0	-1.000000e+00	-3.184701e-15	6.369401e-15	-1.0
2026-01	1.0	-8.660254e-01	5.000000e-01	-8.660254e-01	-0.5

Рисунок 3.7. Применение модели ARMA к стационарной временной последовательности

- (1, 1, 1): Описывается ARIMA(1, 1, 1), где авторегрессионной часть включает одно лаговое значение, интегрированная часть представлена одним порядком дифференцирования, а часть скользящего среднего опирается на один предыдущий прогностический остаток.

Следует подчеркнуть, что подбор метода прогнозирования определяется характеристиками временных рядов и присутствием в них разнообразных составляющих. Перед использованием конкретного подхода крайне важно достичь стабильности временных рядов.

Применение методов скользящего среднего для сглаживания данных эффективно снижает случайные шумы, облегчая идентификацию долгосрочных направлений развития. Декомпозиция временных рядов на составляющие: тренд, сезонные колебания и остаточную часть, способствует более глубокому анализу и осознанию их внутренней структуры.

Этот интегрированный метод повышает точность предсказаний и способствует разработке рациональных решений на основе анализируемой информации, превращая временное рядовое моделирование в эффективный инструмент для широкого круга практических задач.

ARIMA (англ. Autoregressive Integrated Moving Average), иногда модель Бокса – Дженкинса, интегрированная модель авторегрессии – скользящего среднего – модель и методология анализа временных рядов.

Представляет собой дополнение к моделям ARIMA, целенаправленно разработанное для анализа нестационарных временных рядов [21,65,70,86,92], которые могут быть преобразованы в стационарные путем вычисления разностей заданного порядка из первоначального ряда данных, определяя их как интегрированные или разностно-стационарные ряды. Суть модели заключается в том, что разности данных временного ряда конкретного порядка следуют определенной модели.

Применение методологии статистического анализа через SARIMA-модели в исследовании обеспечило создание точных моделей, отличающихся высоким уровнем статистической надежности и прогнозируемости.

SARIMA - это метод прогнозирования, который использует модель SARIMA (англ. Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average). Эта модель объединяет в себе методы авторегрессии, интегрированного скользящего среднего и сезонности, что позволяет прогнозировать будущие значения ряда на основе его предыдущих значений с учетом сезонных паттернов. SARIMA широко используется в экономике и финансах для прогнозирования цен на акции, индексы фондового рынка и т.д. [58,65,70,86,92].

Анализ стационарности временных рядов с учетом сезонных колебаний проводился с помощью теста HEGY [58,65,70,86,92].

Метод HEGY, разработанный Hylleberg, Engle, Granger и Yoo, является стандартным подходом к выявлению сезонных единичных корней во

временных рядах. Эта процедура легла в основу теории сезонной интеграции и способствовала формированию стратегий ее анализа.

В ходе исследования рассматриваемые параметры обладали специфическими характеристиками, принимавшимися во внимание при разработке модели.

Темпы рождаемости и смертности характеризовались, соответственно, вторым и первым порядками интеграции, при этом оба временных ряда демонстрировали наличие устойчивых сезонных колебаний. Данные о заключенных браках показывали первый уровень как общей, так и сезонной интеграции, указывая на регулярное изменение этого показателя во времени. В то же время, статистика младенческой смертности не выявила каких-либо циклических или сезонных трендов, что было установлено на основе изучения автокорреляционной функции и анализа периодограмм, подтверждая ее стационарный характер.

В исследовании были сформированы как точечные, так и интервальные прогнозные оценки для изучаемых параметров на 2024 год [2,65,70,86,92].

В исследовании, помимо анализа эффективности прогнозов SARIMA-методов, произведена оценка временных интервалов модели экспоненциального сглаживания Хольта-Уинтерса для сравнения.

Метод Хольта-Уинтерса представляет собой адаптированный вариант экспоненциального сглаживания, специально разработанный для обработки временных рядов с сезонными колебаниями. В отличие от базового экспоненциального сглаживания, данная техника дополнительно включает в себя проектирование экспоненциального тренда, т.е. направленности изменений значений во временном ряду, и аддитивную сезонность, что указывает на регулярные изменения в данных, повторяющиеся через определенные промежутки времени.

### 3.2. Теоретическая основа создания моделей

В этой главе будут представлены различные определения и символы. Анализируемый временной ряд состоит из значений  $y_1, y_2, \dots, y_n$ , отражающих определенный показатель населения, а именно количество рождений в Узбекистане по месяцам в тысячах людей с 2024 по 2050 год, как показано на рисунке 3.8. Этот ряд рассматривается как последовательность реализаций случайных величин, подчиняющихся некоторому стохастическому процессу. Применяется подход Бокса-Дженкинса для моделирования и прогнозирования данных, используя ARIMA/SARIMA модели, что предполагает прохождение через ряд определенных шагов.

Этап 1. Проверка стационарности временных рядов. Случайный процесс считается слабо стационарным, когда его среднее значение, дисперсия, и автоковариация  $y_t$  не меняются со временем  $t$ :  $E(y_t) = \mu < \infty, V(y_t) = y_0, cov(y_t, y_{t-k}) = y_k$ , автоковариация.

Многообразие демографических явлений не обладает постоянством, элементы этих процессов складываются под действием разнообразных факторов, классифицируемых на четыре основных типа.

Устойчивые элементы задают основное направление динамики рассматриваемой переменной  $y_t$ .

К примеру, последовательность количества новорожденных по месяцам, представленная на графике 3.8 за период с 2024 по 2050 годы, демонстрирует визуально очевидный параболический рост, в то время как данные о числе смертей по месяцам в Узбекистане, отображенные на Рисунке 3.9, показывают линейное, нисходящее движение [2,65,70,86,92].

Стоит подчеркнуть, что при последующем анализе [2,65,70,86,92] для адекватного определения параметров модели критично важно уметь различать два вида трендов: детерминированный и стохастический.

Сезонные воздействия обуславливают периодические колебания анализируемых данных в конкретные сезоны года. На рисунках 3.8 – 3.9, кроме

тенденций развития, заметны циклические элементы. Как было упомянуто, показатели рождаемости и смертности в Узбекистане испытывают воздействие циклических факторов.

Следует отметить, что динамика демографических показателей не всегда демонстрирует четкие направления изменений, примером чему служат данные о количестве зарегистрированных браков в Узбекистане [4,65,70,86,92] за разные месяцы, как показано на рисунке 3.3. Наблюдается периодичность в данных, тем не менее, затруднительно выявить стабильную тенденцию. Тем не менее, после 2023 года фиксируется заметное снижение указанного индекса. Проанализировать временной отрезок можно, опираясь на график циклических изменений и данные автокорреляции.

Периодическая зависимость определяется как корреляционное взаимодействие порядка  $k$  между  $i - m$  и  $(i + k) - m$  элементами последовательности, выраженное через функцию корреляции  $\rho(k)$ , зависящую от интервала лага [2,65,70,86,92].

В эконометрии распределённый лаг представляет собой временной рядовой анализ, где регрессионный анализ включает не только современные показатели объясняющего фактора, но и его данные за прошедшие интервалы.

Ключевые термины и вычислительные выражения, применяемые в исследовании, для изучения временных интервалов в временных последовательностях. Функция выборочной автокорреляции  $\rho(k)$  в соответствии с сдвигом  $k$  вычисляется через формулу:

$$\hat{\rho}(k) = \text{corr}(y_t, y_{t-k}) = \frac{\frac{1}{T-k} \sum_{t=k}^T (y_t - \hat{\mu})(y_{t-k} - \hat{\mu})}{\frac{1}{T} \sum_{t=k}^T (y_t - \hat{\mu})^2} \quad (3.1)$$

$T$  - обозначает продолжительность временного ряда,  $\mu$  - является выборочной средней, а  $\rho(k)$  представляет собой ряд коэффициентов автокорреляции между  $y_t$  и  $y_{t-k}$  [12,65,70,86,92].

Характеристическое уравнение модели ARIMA представляет собой алгебраическую формулу, служащую для изучения стационарности и

обратимости временного ряда, моделируемого уравнением такого типа [2,65,70,86,92]:

$$\alpha_p(L)y_t = \theta_q(L)\varepsilon_t, \quad (3.2)$$

$$\alpha_p(L) = 1 - \alpha_1 L - \alpha_2 L^2 \dots - \alpha_p L^p, \quad (3.3)$$

$$\theta_q(L) = 1 + \theta_1 L + \theta_2 L^2 \dots + \theta_q L^q, \quad (3.4)$$

$$L^k y_t = y_{t-k} \quad (3.5)$$

Чтобы исследовать стационарность, формулируется уравнение, описывающее авторегрессионную (AR) составляющую, известное как характеристическое уравнение.

$$1 - \alpha_1 z - \alpha_2 z^2 \dots - \alpha_p z^p = 0 \quad (3.6)$$

Чтобы изучить возможность восстановления исходного состояния системы, составляется уравнение, которое описывает характеристики процесса авторегрессии скользящего среднего (ARMA), конкретно его компоненту скользящей средней (MA).

$$1 + \theta_1 z - \theta_2 z^2 \dots - \theta_q z^q = 0 \quad (3.7)$$

Когда модули корней, вытекающих из характеристических уравнений, превышают значение один, это свидетельствует о стационарности и обратимости временных рядов соответственно.

Единичный корень. Это термин, используемый при изучении характеристического полинома временного ряда. Когда в его корнях обнаруживается равенство единице [2,65,70,86,92], это указывает на то, что временной ряд, подвергаемый анализу, обладает нестационарностью.

Например, временной ряд, представляющий собой нестационарный процесс случайного блуждания  $y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$ , характеристическим уравнением в форме  $1 - z = 0$ . Решая данное уравнение, находим, что корень  $z$  равен единице [4,65,70,86,92].

Тест Дики-Фуллера – это статистический инструмент [4,65,70,86,92], применяемый в областях эмпирической статистики и эконометрического

анализа, предназначенный для изучения временных последовательностей данных с целью определения их стационарного характера.

Тест на единичные корни представляет собой метод в области статистики для определения стационарности или нестационарности временного ряда. Известен также как тест единичного корня. Анализ основывается на проверке тестового уравнения  $y_t = a y_{t-1} + \varepsilon_t$ ,  $a < 1$ , что указывает на исследование существования процесса случайного блуждания, характеризующегося нестационарностью. При значении коэффициента  $a$  меньше 1, временной ряд можно рассматривать как стационарный в контексте авторегрессии, что соответствует авторегрессивному процессу AR.

Следует описать процесс тестирования гипотез о стационарности временного ряда.

Исходная гипотеза  $H_0$  предполагает, что  $a = 1$ , что указывает на нестационарность временного ряда [4,65,70,86,92], в то время как альтернативная гипотеза  $H_1$  утверждает, что  $a < 1$ , что свидетельствует о стационарности ряда. Для анализа используется преобразованное уравнение первых разностей  $\Delta y_t = \beta y_{t-1} + \varepsilon_t$ , где  $\beta$  равен  $a-1$ .

В этом контексте, нулевая гипотеза  $H_0: \beta = 0$  указывает на нестационарный процесс, а  $H_1: \beta < 0$  на стационарный процесс. Оценка параметра  $\beta$  и его стандартная ошибка вычисляются методом наименьших квадратов (МНК), после чего рассчитывается наблюдаемое значение  $t_{\text{набл}}$  статистики [1,65,70,86,92]:

$$\check{t}_{\text{набл.}} = \check{t} = \frac{\check{\beta}}{s(\check{\beta})} \sim DF \quad (3.8)$$

Распределение  $t$ -статистики имеет отличия от стандартного  $t$ -распределения, поскольку его величины определяются исходя из формулы тестового уравнения, включающее возможно наличие постоянной составляющей и тенденции развития. Данные о распределении приведены в публикации разработчиков данного теста [1,65,70,86,92].

Критерий интегрируемости последовательности  $y_t$  устанавливается на основе числа необходимых итераций первых разностей  $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ , применяемых к первоначальному нестационарному временному ряду для его преобразования в стационарную форму [1,65,70,86,92].

Этот признак обозначается как  $I(d)$ , где  $I(0)$  указывает на уже стационарный временной ряд,  $I(1)$  обозначает, что ряд достигает стационарности после выполнения одной итерации разности,  $I(2)$  указывает на достижение стационарности после двух разностей и так далее. По аналогии определяется концепция сезонной интегрируемости  $Is(d)$ , для которой используются сезонные разности  $\Delta_{12}y_t = y_t - y_{t-12}$  для выявления и исправления сезонных колебаний [1,65,70,86,92].

Используя метод Хольта-Винтерса, была создана предиктивная модель, адаптированная для прогнозирования данных с учетом экспоненциального роста и добавлением сезонных колебаний.

Модель Хольта-Винтерса, инкорпорирующая сезонные колебания (Holt-Winters Model), была представлена следующим образом:

$$\hat{y}_{t-\tau} = \{\hat{a}_t + \tau \cdot \hat{b}_t\} \cdot \hat{S}_{t-L+\tau} \quad (3.9)$$

$$\check{a}_t = \alpha \frac{y_t}{\check{S}_{(t-L)}} + (1 - \alpha)\{\check{a}_{t-1} + \check{b}_{t-1}\} \quad (3.10)$$

$$\check{b}_t = \beta\{\check{a}_t + \check{a}_{t-1}\} + (1 + \beta)\check{b}_{t-1} \quad (3.11)$$

$$\check{S}_t = \gamma \frac{y_t}{\check{a}_t} + (1 - \gamma)\check{S}_{(t-L)} \quad (3.12)$$

В модели линейного тренда,  $a_t$  и  $b_t$  представляют параметры, определяющие направление и скорость изменения тенденции, тогда как  $S_t$  олицетворяет сезонность, то есть периодические колебания, характерные для рассматриваемого временного ряда. Коэффициенты  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  являются параметрами сглаживания, каждый из которых лежит в интервале от 0 до 1, и определяют степень влияния соответственно текущих наблюдений, трендовой и сезонной компонент на обновление прогнозируемых значений.  $L$  обозначает длину сезонного периода, который для месячных данных составляет 12

месяцев, а  $\tau$  указывает на горизонт прогноза, то есть насколько вперед во времени распространяются прогнозируемые значения.

Корень среднеквадратичного отклонения (RMSE) служит ключевым индикатором производительности в оценке регрессионных предсказательных моделей, рядом с другим важным параметром.

Таблица. 3.1. Параметры настройки в методах Хольта-Винтерса<sup>7</sup>

Показатель	Параметры адаптации		
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
birth	0,673	0,730	0,642
mort	0,504	0,050	0,110
mar	0,132	0,042	0,400

В контексте анализа временных рядов, помимо стандартной функции автокорреляции  $\rho(k)$  ACF, которая измеряет взаимную корреляцию между временными значениями на разных лагах, применяется также концепция частной автокорреляционной функции PACF. Эта функция выявляет уровень корреляции между отсчетами временного ряда  $y_t$  и  $y_{t-k}$ , [2,65,70,86,92] исключая при этом влияние всех промежуточных временных отсчетов  $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-k+1}$ . PACF аналогична расчету частной корреляции в статистике, предоставляя более точное представление о взаимосвязях в данных при анализе временных рядов.

В аналитике временных рядов коррелограммы, включающие графики автокорреляционной функции (ACF) и частичной автокорреляционной функции (PACF), служат ключевыми инструментами для идентификации сезонных закономерностей. При исследовании сезонных ежемесячных временных рядов на графиках ACF и PACF четко прослеживаются возвышения на лагах, соответствующих периодам в 12, 24, 36 и так далее месяцев, что указывает на наличие автокорреляций с данными интервалами

<sup>7</sup> Примечание. Параметры адаптации подбирались автоматически в Stata на основе минимизации RMSE.

между временными точками. Этот феномен является индикатором сезонных колебаний, которые могут оказывать заметное влияние на поведение временного ряда. В контексте проверки на стационарность, анализ данных коррелограмма представляет собой критический этап, позволяющий углубленно изучить структуру временных рядов.

Циклические воздействия вносят вклад в колебания изучаемого атрибута, вызванные продолжительными периодами, в том числе изменениями в населении.

Случайные воздействия, которые невозможно предвидеть, влияют на создание значений в последовательности данных, придавая ей стохастический, или вероятностный, характер.

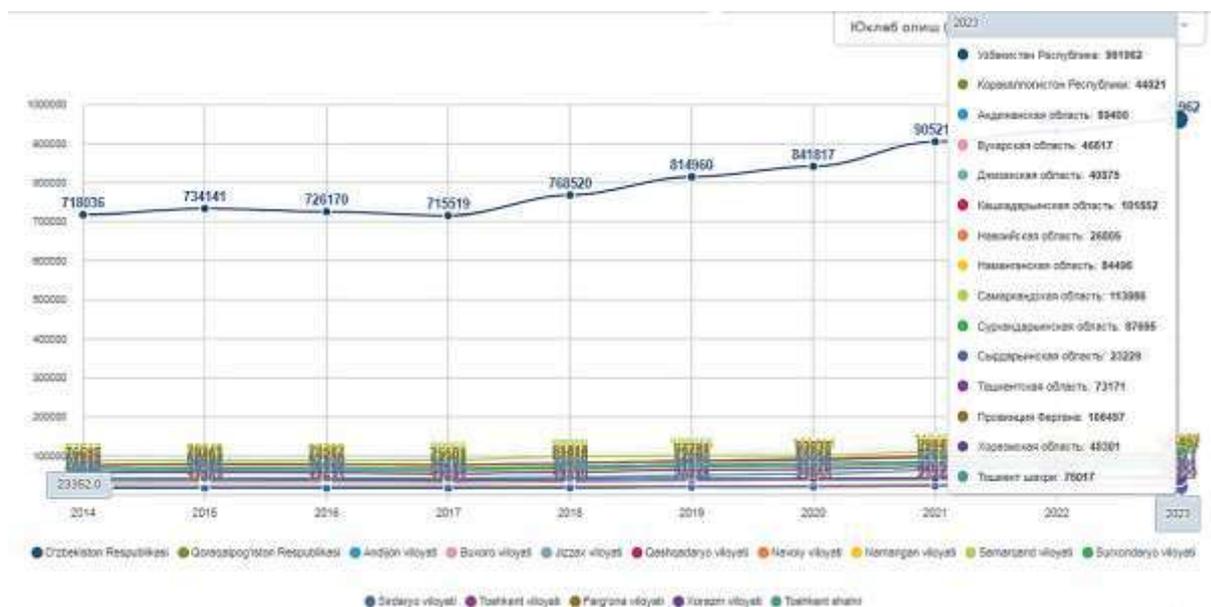


График 3.8. Количество новорожденных в Узбекистане, тыс. чел.

Имеются различные методы для установления стационарности временного ряда.

Прежде всего, визуальное исследование временных рядов: обнаружение тенденции роста или снижения, или цикличности, а также изменение вариабельности данных во времени служит определенным признаком нестационарности последовательности.

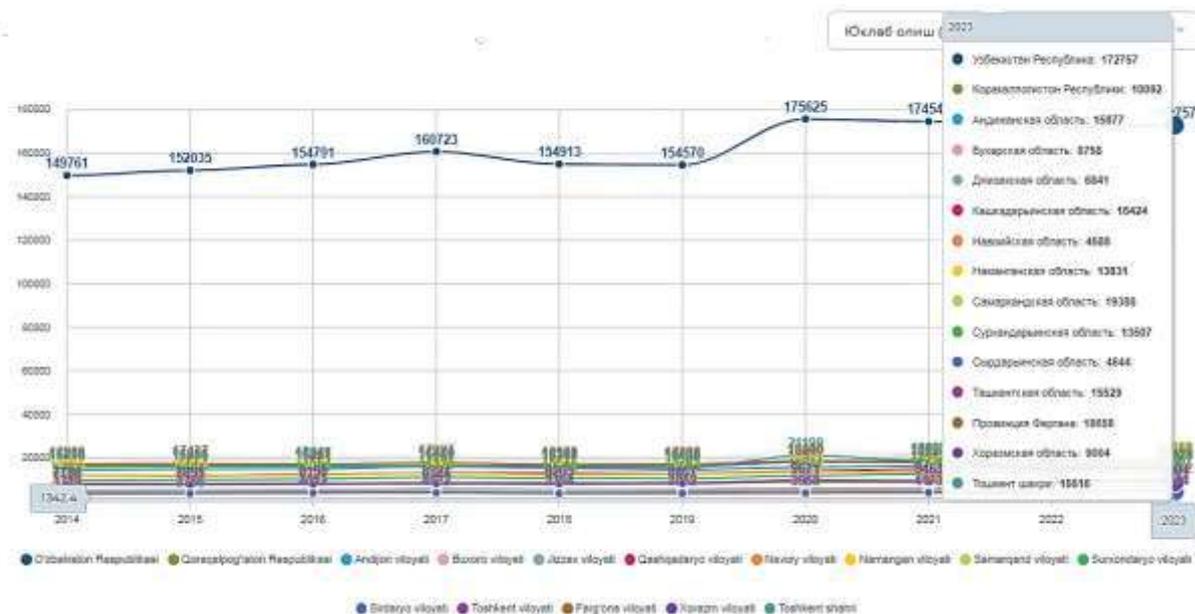


Рисунок 3.9. Количество смертных случаев в Узбекистане, в тысячах.

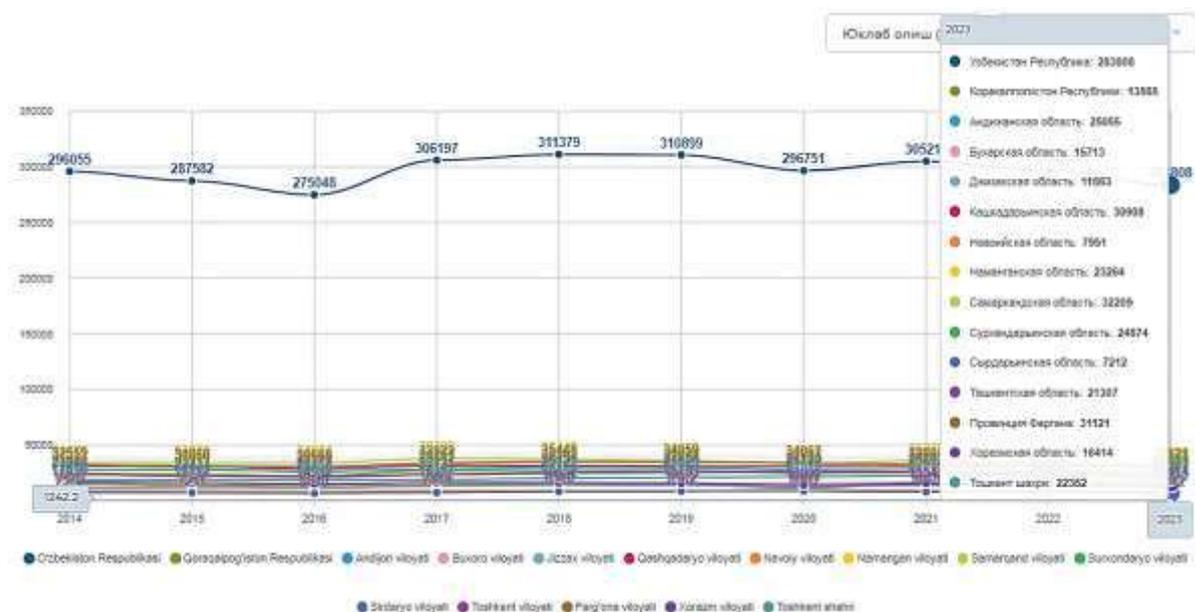


Рисунок 3.10. Количество официально зарегистрированных браков в Узбекистане, тыс.

Во-вторых, исследование коррелограмма автокорреляционной функции (ACF) и частичной автокорреляционной функции (PACF) показывает, что для стационарных временных рядов значения этих функций «быстро снижаются» после нескольких начальных заложений временных интервалов.

Третий аспект касается применения специализированных статистических методов, а именно тестов на наличие единичного корня [2,65,70,86,92].

Единичный корень – основной термин при изучении характеристического уравнения системы. В случае, когда хотя бы один из решений данного уравнения составляет единицу, процесс, который подлежит исследованию, демонстрирует нестационарность.

Так, для нестационарного процесса случайных блужданий, заданного уравнением  $y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$ , характеристическое уравнение  $1 - z = 0$  приводит к решению, где корень  $z = 1$ .

К примеру, в случае добавления лагированных первых разностей к регрессионным моделям в ADF-тесте, распределение статистики Дики-Фуллера, и, соответственно, критические пороги, остаются неизменными. Этот подход получил наименование расширенного теста Дики-Фуллера (Augmented Dickey-Fuller, ADF).

Тест Дики-Фуллера - это метод анализа данных, применяемый для определения наличия стационарности во временных рядах, также известный как метод определения единичного корня. Этот тест оперирует специфическим уравнением:  $y_t = a y_{t-1} + \varepsilon_t$ , где исследование сосредоточено на изучении модели случайного блуждания. По сути, такая модель предполагает отсутствие стационарности. Когда значение коэффициента  $a < 1$ , это указывает на наличие стационарного процесса в авторегрессивной модели (AR), которая представляет собой модель, где текущее значение временного ряда выражается через свои предыдущие значения.

Следовательно, формулируются исходные гипотезы: нулевая  $H_0$ , предполагающая, что  $a = 1$ , что указывает на наличие нестационарного процесса, и альтернативная  $H_1$ , согласно которой  $a < 1$ , что характеризует процесс как стационарный. Затем исследование продолжается с применением разностного уравнения  $\Delta y_t = \beta y_{t-1} + \varepsilon_t$ , где  $\beta$  является разницей между  $a$  и единицей. В этом контексте формулируются пересмотренные гипотезы:

нулевая  $H_0$  утверждает, что  $\beta = 0$ , что означает нестационарность, а альтернативная  $H_1$  утверждает, что  $\beta < 0$ , указывая на стационарность. Оценка параметра  $\beta$  и его стандартной ошибки производится с использованием метода наименьших квадратов (МНК), на основе которых рассчитывается  $t_{\text{набл}}$ -статистика [2,65,70,86,92]:

$$\check{t}_{\text{набл.}} = \check{t} = \frac{\check{\beta}}{s(\check{\beta})} \sim DF \quad (3.13)$$

Распределение  $t$ -статистики отклоняется от стандартного распределения  $t$ -статистики [2,65,70,86,92]; её показатели контур формирующегося от уникальности структуры испытываемого уравнения, включающего возможные константы или тренды. Данные результаты систематизированы в исследовательском отчёте данного теста.

Тест Филлипса-Перрона предназначен для ситуаций, когда предпосылки о некоррелированности ошибок и их постоянной дисперсии в анализируемой модели нарушаются. Это означает, что ошибки могут демонстрировать автокорреляцию, различаться по уровню дисперсии и не следовать нормальному распределению. Благодаря этим особенностям, РР-тест применим к более обширному спектру временных рядов.

РР-тест рекомендован для применения при сильной сезонности и значительных структурных изменениях.

KPSS-теста Квятковского-Филлипса-Шмидта-Шина определяет, является ли временной ряд стационарным вокруг среднего значения или линейного тренда, или нестационарным из-за единичного корня. Стационарный временной ряд — это ряд, в котором статистические свойства, такие как среднее значение и дисперсия, остаются постоянными с течением времени.

В контексте применения теста Augmented Dickey-Fuller (ADF) и Phillips-Perron (PP) теста, основывается на проверке гипотезы о наличии единичного корня, указывающего на нестационарность временного ряда. Альтернатива предполагает его стационарность, возможно, с добавлением постоянного члена или тренда. В отличие от этого, при проведении KPSS-теста

(Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test), исходная гипотеза предполагает стационарность временного ряда и отсутствие единичного корня, что означает его постоянство во времени без тренда [2,65,70,86,92].

Этап 2. Определение и анализ модели. Общий вид модели ARMA ( $p, q$ ) (Авторегрессии и Скользящего Среднего) представлен следующим образом [2,65,70,86,92].

$$\alpha_p(L)y_t = \theta_q(L)\varepsilon_t \quad (3.14)$$

где  $\varepsilon_t$  представляет собой белый шум, это стохастический процесс с характеристиками: нулевое математическое ожидание и ковариационная функция, равная нулю [2,65,70,86,92] во всех случаях, кроме одного, при этом дисперсия остаётся неизменной и равна  $y_0 = \sigma^2$ , обозначаемая.

$$L y_t = y_{t-1}, L^k y_t = y_{t-k} - \text{оператор сдвига.} \quad (3.15)$$

$$\alpha_p(L) = 1 - \alpha_1 L - \alpha_2 L^2 \dots \alpha_p L^p, \quad (3.16)$$

$$\theta_q(L) = 1 + \theta_1 L + \theta_2 L^2 \dots \theta_q L^q \quad (3.17)$$

В процессе анализа демографических процессов эксперты часто работают с нестационарными временными рядами, которые для упрощения анализа можно преобразовать в стационарные, используя метод последовательных разностей. В качестве первого шага этого метода применяется вычисление первой разности, которая определяется как  $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ .

Существенно, первая разность представляет собой процесс перехода от начального значения к его изменениям.

Если преобразовать случайный процесс  $y_t$  путём  $d$ -кратного применения оператора последовательной разности до достижения стационарности, получая процесс  $\Delta^d y_t$ , который соответствует модели [2,65,70,86,92] авторегрессии и скользящего среднего ARMA ( $p, q$ ) то этот исходный процесс  $y_t$  классифицируется как интегрированный процесс ARIMA ( $p, d, q$ ). Этому процессу присущ общий аналитический вид.

$$\alpha_p(L)\Delta^d y_t = \theta_q(L)\varepsilon_t \quad (3.18)$$

В реальных задачах аналитики сталкиваются с временными рядами, интегрируемость которых не превышает два, то есть эти ряды достигают стационарности после перехода к их первым или вторым разностям. Для оценки параметров моделей ARIMA обычно применяется метод максимального правдоподобия [2,65,70,86,92].

На третьем этапе проводится проверка модели на адекватность. Термин «адекватность» в контексте ARIMA/SARIMA моделей обозначает удовлетворение основных предположений данных моделей, включая анализ корней, полученных из уравнений, определяющих модель, проверку остатков на предмет автокорреляции, а также их соответствие нормальному распределению [2,4,65,70,86,92].

Характеристическое уравнение ARMA модели представляет собой алгебраическое выражение, используемое для изучения стационарности и обратимости в рамках процессов, задаваемых уравнениями [2,65,70,86,92] определённого типа.

$$\alpha_p(L)y_t = \theta_q(L)\varepsilon_t, \quad (3.19)$$

$$\alpha_p(L) = 1 - \alpha_1 L - \alpha_2 L^2 \dots - \alpha_p L^p, \quad (3.20)$$

$$\theta_q(L) = 1 + \theta_1 L + \theta_2 L^2 \dots + \theta_q L^q, \quad (3.21)$$

$$L^k y_t = y_{t-k} \quad (3.22)$$

Чтобы исследовать стационарность, формулируется уравнение, описывающее AR компонент в следующем виде:

$$1 - \alpha_1 z - \alpha_2 z^2 \dots - \alpha_p z^p = 0 \quad (3.23)$$

Для изучения обратимости процесса формулируется характеристическое уравнение для авторегрессионной части следующего типа:

$$1 + \theta_1 z - \theta_2 z^2 \dots - \theta_q z^q = 0 \quad (3.24)$$

Когда абсолютные значения корней характеристических уравнений превышают единицу, это указывает на стационарность и обратимость временных рядов соответственно.

Для анализа эффективности и сравнительной оценки разработанных ARIMA-моделей применяются различные метрики: важно, чтобы оценки

параметров модели обладали статистической значимостью, а временной ряд остатков соответствовал характеристикам белого шума, что допускает использование автокорреляционной функции (ACF), проверяющей условие нулевой автокорреляции  $\rho_k = 0$  на всех лагах  $k$ , и критерий Льюнга-Бокса для оценки автокорреляции на группе последовательных лагов.

Q-тест Льюнга-Бокса – это метод статистической проверки, используемый для выявления автокорреляционных связей в данных временных рядов. Этот подход объединяет анализ множества коэффициентов автокорреляции, оценивая их совместное отклонение от нуля, вместо изучения каждого коэффициента по отдельности на предмет случайности.

В контексте выявления наиболее подходящей из ряда адекватных ARIMA моделей, предпочтение отдается той, которая обладает минимальным количеством параметров при сохранении высокого уровня статистических показателей точности подбора.

Для осуществления данного выбора широко применяются критерии оценки моделей, среди которых выделяются информационный критерий Акаике (AIC), разработанный для сравнения качества различных статистических моделей на основе их внутренней информационной эффективности, и информационный критерий Шварца, известный также как BIC (Bayesian Information Criterion), предназначенный для оценки моделей в рамках байесовского подхода, с учетом числа параметров в модели.

Этап 4: Формирование прогноза. Расчет будущих значений основывался на принципе вычисления условных математических ожиданий для моделируемых процессов, причем длительность прогнозного периода составляла до 12 месяцев. Для выбора наиболее подходящей методики прогнозирования проводился анализ прогностической эффективности моделей, включая оценку их точности с использованием метрик ошибок, детализированных в таблице 3.2.

Таблица 3.2. Параметры точности прогнозирования<sup>8</sup>

Оценка точности прогнозирования	Формула вычисления
Среднеквадратическое отклонение, RMSE (Root Mean Squared Error)	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^h (\hat{y}_{T,i} - y_{T+i})^2}{h}}$
Средняя относительная процентная ошибка, MAPE (Mean Absolute Percentage Error)	$MAPE = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^h \left  \frac{\hat{y}_{T,i} - y_{T+i}}{y_t} \right  \cdot 100\%$
MPE (Mean Percent Error), или средняя процентная погрешность	$MPE = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^h \frac{y_{T+i} - \hat{y}_{T,i}}{y_{T+i}} \cdot 100\%$
Средняя абсолютная погрешность, MAE (Mean Absolute Error)	$MAE = \frac{1}{h}  \hat{y}_{T,i} - y_{T+i} $

MAPE и MPE являются абсолютными мерами качества прогноза: прогноз считается хорошим, если значения меньше 10%. RMSE и MAE являются относительными мерами, зависят от единиц измерения показателя. RMSE наиболее часто используется для сравнения прогнозов по разным моделям [2,65,70,86,92].

Стоит подчеркнуть, что с целью оценки точности прогнозных значений исследуемая выборка, включающая в себя 125 единиц наблюдений, была целенаправленно разделена на две ключевые группы: обучающую [2,65,70,86,92] подгруппу, объем которой составили первые 112 записей, и проверочную подгруппу, в которую вошли 20 последних записей. Этот подход, когда для проверочной группы отводится примерно 10% от общего числа наблюдений в наборе данных, является стандартной процедурой для оценки качества модели на неизвестных данных.

<sup>8</sup> Примечание:  $\hat{y}_{T,it}$  - предсказанные значения ряда в момент времени  $T$  на  $i$  шагов вперед,  $y_t$  - наблюдаемые значения ряда в момент времени  $T + i$ ,  $h$ -горизонт прогнозирования.

### 3.3 Статистические методы анализа и моделирования периодических демографических данных

Для оценки точности предсказаний применялись сезонные методы Хольта-Винтерса, базирующиеся на экспоненциальной методике сглаживания (Модель Хольта-Винтерса - HW) [2,65,70,86,92].

Метод Хольта-Уинтерса развивает концепцию экспоненциального сглаживания, адаптируя её для анализа сезонных данных. Эта модель расширяет поле применения, включая в расчёты экспоненциальное изменение тренда (направление и скорость изменений в данных за временной период) и аддитивную форму сезонности (равномерные временные изменения, характерные для определённых периодов).

Модель прогнозирования Хольта-Винтерса с учетом сезонности (Holt-Winters Model) была изучена таким образом:

$$\hat{y}_{t-\tau} = \{\hat{a}_t + \tau \cdot \hat{b}_t\} \cdot \hat{S}_{t-L+\tau} \quad (3.25)$$

$$\hat{a}_t = \alpha \frac{y_t}{\hat{S}(t-L)} + (1 - \alpha)\{\hat{a}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}\} \quad (3.26)$$

$$\hat{b}_t = \beta\{\hat{a}_t + \hat{a}_{t-1}\} + (1 + \beta)\hat{b}_{t-1} \quad (3.27)$$

$$\hat{S}_t = \gamma \frac{y_t}{\hat{a}_t} + (1 - \gamma)\hat{S}(t - L) \quad (3.28)$$

где  $a_t$ ,  $b_t$  обозначают коэффициенты линейного тренда,  $S_t$  – сезонную составляющую,  $0 < \alpha, \beta, \gamma < 1$  – коэффициенты сглаживания,  $L = 12\tau$  указывает на периодичность месячных данных,  $\tau$  – период прогноза, как указано в таблице 3.3.

Для оценки статистической значимости отличий между предиктивными способностями разных моделей применяли тест Диболда-Мариано.

Тест Диболда-Мариано (Diebold-Mariano test) представляет собой статистический инструмент, применяемый для оценки и сравнения эффективности двух различных моделей прогнозирования временных рядов. Особенность теста заключается в его способности адаптироваться к широкому спектру нестандартных распределений ошибок прогнозирования.

Таблица 3.3. Характеристики настройки в моделях сглаживания по Хольту-Винтерсу<sup>9</sup>

Показатель	Параметры адаптации		
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
birth	0,673	0,730	0,642
mort	0,504	0,152	0,110
mar	0,124	0,420	0,400

В частности, тест Диболда-Мариано не требует, чтобы ошибки следовали за предпосылками нормального распределения, имели нулевую математическую ожидаемость или отсутствие автокорреляции. Этот тест может эффективно работать даже при наличии ошибок с аномальными характеристиками, включая смешанность, а также серийную и кросс-корреляцию.

Указанный критерий обеспечивает надежность для обширного спектра функций потерь, охватывая такие, которые не ограничиваются лишь квадратичными, симметричными или даже непрерывным характером. В дополнение, распределение ошибок прогнозирования может отклоняться от гауссова распределения, включая ошибки с отличным от нуля средним и проявляющие корреляции как в временной последовательности, так и в моментальной совпадаемости.

Этот момент критически важен, учитывая, что анализируемые прогнозы касаются одних и тех же временных рядов, исходя из схожих наборов данных, что предполагает возможность высокой степени корреляции между ошибками. Все же, в более широком смысле, ошибки прогнозирования часто демонстрируют серийную корреляцию, и представленный методологический подход позволяет адекватно учесть данную специфику.

Также существуют адаптации критерия для анализа однонаправленных гипотез и коротких последовательностей данных по времени.

<sup>9</sup> Примечание. Параметры адаптации подбирались автоматически в Stata на основе минимизации RMSE.

SARIMA. Одним из расширений ARIMA-моделей является учет сезонности, оценивание так называемых SARIMA-моделей, сочетающих в себе сезонную составляющую и обычную ARIMA-модель. В сезонных SARIMA-моделях необходимо также оценить дополнительные параметры сезонных компонент: SARIMA  $(p, d, q)(P_s, D_s, Q_s)$ , где  $P_s$  – сезонный порядок авторегрессии,  $D_s$  – порядок сезонной разности,  $Q_s$  – сезонный порядок скользящего среднего. В общем виде мультипликативная сезонная модель SARIMA  $(p, d, q)(P_s, D_s, Q_s)$ , в записи через лаговый оператор имеет вид [2,65,70,86,92].

$$\alpha_p(L)\alpha_{p_s}(L)\Delta^d\Delta_s^{D_s}y_t = \theta_q(L)\theta_{q_s}(L)\varepsilon_t \quad (3.29)$$

где

$$\alpha_{p_s}(L) = 1 - \alpha_{s1}L^s - \alpha_{s2}L^{2s} \dots - \alpha_{sp}L^{ps} \quad (3.30)$$

$$\theta_{q_s}(L) = 1 + \theta_{s1}L^s - \theta_{s2}L^{2s} \dots - \theta_{sq}L^{qs} \quad (3.31)$$

Процесс анализа SARIMA-моделей соответствует методике разбора ARIMA-моделей, но имеются специфические детали, касающиеся установления уровня сезонной дифференциации  $D_s$ .

Для выявления уровня сезонной интеграции применяют специализированные методы проверки наличия сезонных единичных корней [20,65,70,86,92]. Следует подчеркнуть, что традиционные методы диагностики единичного корня, например, ADF (Augmented Dickey-Fuller тест), PP (Phillips-Perron тест), KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin тест), становятся неэффективными при анализе сезонных данных. В этой связи, для адекватной оценки сезонной интегрированности применяются их адаптированные версии.

В нашем исследовании применяется HEGY тест, представляющий собой современный методологический инструмент для диагностики стационарности временных рядов, позволяющий выявлять как сезонные, так и несезонные единичные корни.

Тест HEGY, разработанный учеными Hylleber, Engle, Granger и Yoo, стал широко признан в сфере анализа сезонных временных рядов для выявления единичных корней. Этот метод тестирования получил широкое

распространение и признание в академических кругах, став отправной точкой для множества исследований направленных на его доработку и адаптацию к различным условиям эксплуатации. Важно отметить, что концепция, заложенная в основе метода HEGY, способствовала формированию концепции сезонной к интеграции и последующему развитию методик для ее анализа. В связи с этим, в моем исследовании тест HEGY будет рассмотрен с особенно тщательным вниманием по сравнению с другими подобными методами.

Иницируем параметры исследования стационарности временных последовательностей. Установим символы для последующего отображения выводов:

- рождаемость - количество новорожденных в Узбекистане, разбивка по месяцам (тыс. человек);
- mort - статистика смертности в Узбекистане, выраженная в тысячах людей на месячной основе.
- mar - это серия данных, отображающая количество официально зарегистрированных браков в Узбекистане (выраженное в тысячах) с разбивкой по месяцам.
- inf - это индикатор, который показывает количество умерших детей до достижения ими возраста одного года (чел.).

Определение периода для проведения анализа (с октября 2023 года по ноябрь 2024 года, общее количество точек данных во временном ряду составляет 127) задано ограничениями доступности сезонных статистических данных по интересующим параметрам на официальном сайте Агентство статистике Республики Узбекистан при Президенте на время проведения исследования.

Изначально для анализа стационарности последовательностей применяли трехкомпонентный метод тестирования:

- проведения теста Дики-Фуллера (ADF), теста Филлипса-Перрона (PP) и теста Квятковского, Филлипса, Шмидта и Шина (KPSS) [9] на стационарность временных рядов с использованием разных модельных настроек: включая

только постоянный член; постоянный член и линейный тренд; а также постоянный член, линейный тренд и сезонные дамми-переменные [46,65,70,86,92].

Анализ данных, проведенный с использованием общепринятых методов, таких как тесты Дики-Фуллера (ADF), Филлипса-Перрона (PP) и Квятковского-Филлипса-Шмидта-Шина (KPSS), [9] не позволяет нам сделать категорическое заключение касательно интегрируемости изучаемых временных рядов. Проблема заключается в том, что присутствие сезонных колебаний в анализируемых данных оказывает значительное влияние на характеристики рядов, искажая результаты проверки их стационарности.

Данные методы тестирования по своей сути не принимают во внимание наличие недетерминированной сезонности, которую невозможно адекватно описать с использованием детерминированных компонентов, например, при помощи сезонных индикаторных переменных [4,65,70,86,92].

Временной ряд рождаемости. На рисунке 3.11 представлена визуализация временного ряда рождаемости. Заметны особенности, такие как очевидный параболический тренд и выраженная сезонность, указывающие на нестационарность данного временного ряда.

Статистика рождаемости за 2023 год демонстрирует значительное увеличение количества новорожденных в летние месяцы, преимущественно в июле, августе и сентябре, в то время как наименее активные месяцы в этом плане - февраль и апрель, согласно графику 3.11.

Исследование периодичности в изучаемых параметрах.

Интерпретация коррелограммы временного ряда birth, иллюстрируемой на рисунке 3.12, выявляет трендовое движение (постепенное снижение автокорреляционной функции (ACF) на начальных лагах) и сезонные колебания (выраженные максимумами ACF на лагах, соизмеримых с интервалом сезонности, таких как  $k = 12, 24, 36$ , при этом наблюдается уменьшение амплитуды) [20,65,70,86,92].

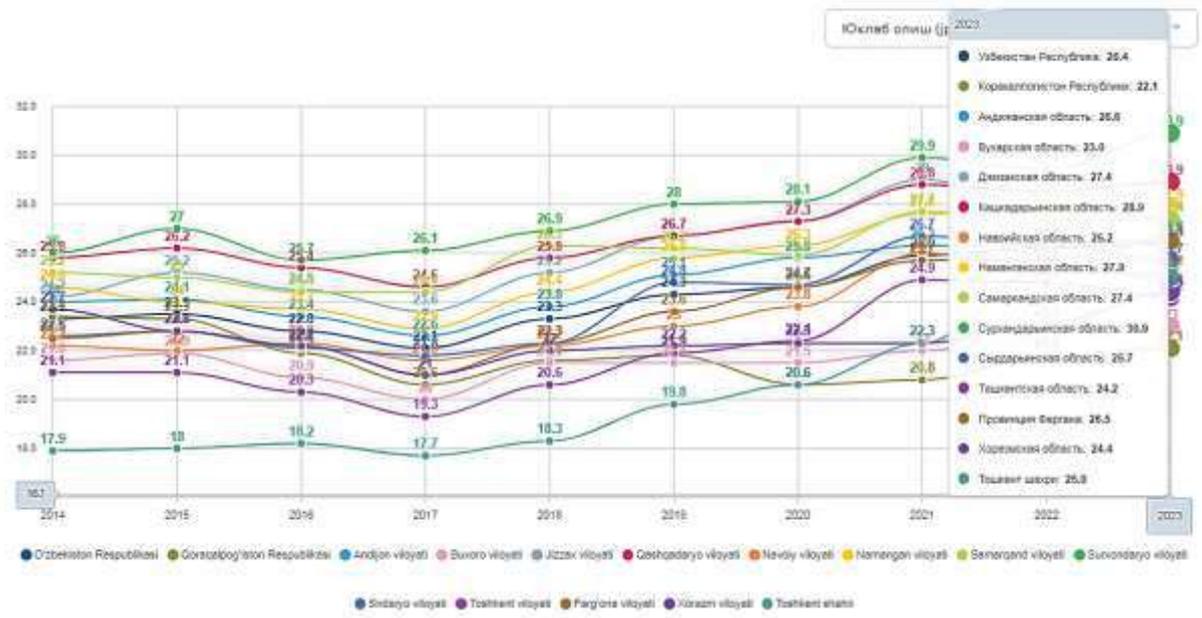


Рисунок 3.11. Статистика зарегистрированных новорождённых в Узбекистане: годовое сравнение, тыс.

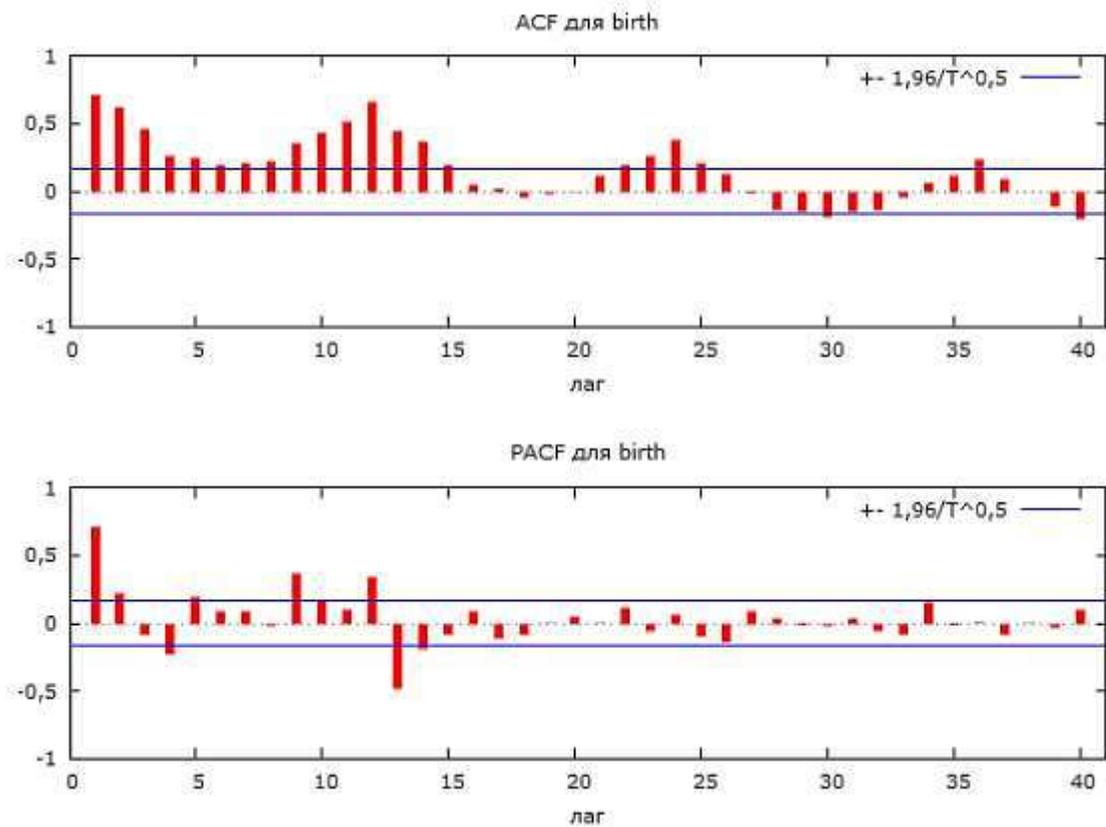


Рисунок 3.12 График временного ряда данных о рождаемости

Исходы применения углубленного анализа через [20,65,70,86,92]. тест Дикки-Фуллера (ADF), исследование Филлипса-Перрона (PP), а также испытание Квятковского-Филлипса-Шмидта-Шина (KPSS).

Для оценки индикатора birth на разных этапах, а именно при первой и второй разности, данные представлены в таблице 3.4, указывающей на неоднозначность полученных результатов.

При значимости 5%, результаты ADF-теста показывают, что нельзя отклонить гипотезу о наличии единичного корня в временном ряде на уровне, что указывает на его нестационарность и отсутствие как линейного, так и параболического трендов [2,65,70,86,92]. Также, KPSS-тест, проверяющий ряд на стационарность, демонстрирует отклонение нулевой гипотезы о стационарности для всех рассмотренных вариаций, подтверждая нестационарный характер ряда.

Таким образом, выводы теста Phillips-Perron указывают на стационарность временного ряда, свидетельствуя о том, что нулевая гипотеза о наличии единичного корня отвергается.

При исследовании итогов теста Дики-Фуллера на первой разности временного ряда «birth», можно обнаружить детерминированный линейный тренд (опровержение нулевой гипотезы при 5% уровне значимости для данной спецификации) [4,65,70,86,92].

Следовательно, можно сделать вывод, что для ряда birth порядок интеграции составляет  $d = 2$  или  $d = 1$ , что подразумевает необходимость включения линейного детерминированного тренда [2,65,70,86,92] в последующие аналитические модели. Тем не менее, учитывая полученные противоречивые данные, крайне важно также провести анализ на предмет сезонной интегрируемости данного временного ряда.

Данных mort. Визуализация временной серии mort представлена на рисунок 3.14. Как упомянуто ранее, в этой серии присутствует нисходящий линейный тренд и сезонные колебания, подтверждая её нестационарный характер.

Таблица 3.4. Исходы анализа стационарности для данных о рождаемости<sup>10</sup>

Временной ряд	Тест	Спецификация теста	Значение статистик	P-значение
birth	ADF	1	-0,410	0,478
		2	0,3047	0,989
		3	0,0301	0,897
		4	-2,9403	0,967
	PP	1	-3,5054	0,023
		2	-5,4668	0,044
		1	0,9506	0,027
	KPSS	2	0,3654	0,000
		3	0,7553	0,004
		1	-2,5386	0,547
$\Delta$ birth	ADF	2	-3,6880	0,020
		3	-4,6994	0,462
	PP	1	-7,5892	0,140
		2	-1,4041	0,085
		1	0,9480	> 0,5
	KPSS	2	0,7100	> 0,7
		3	0,3240	> 0,8
$\Delta^2$ birth	ADF	1	-1,3793	0,012
	PP	1	-4,904	0,140
	KPSS	1	0,3760	> 0,7

На рисунке 3.13 видно, что максимальное количество смертей фиксируется в январе и марте, в то время как уменьшение числа смертей наблюдается в летне-осенний период (июль – сентябрь), отражая давнюю тенденцию.

Период с 2020 по 2022 годы стал исключительным, когда с февраля по ноябрь фиксировалась заметная динамика превышения по сравнению с обще годовым уровнем, обусловленная пандемией коронавирусной инфекции Covid-19, причисленной к международным чрезвычайным ситуациям в Узбекистане.

<sup>10</sup> Примечание: 1 – с константой, 2 – с константой и трендом, 3 – с константой, трендом и сезонными фиктивными переменными, 4 – с константой и квадратичным трендом.

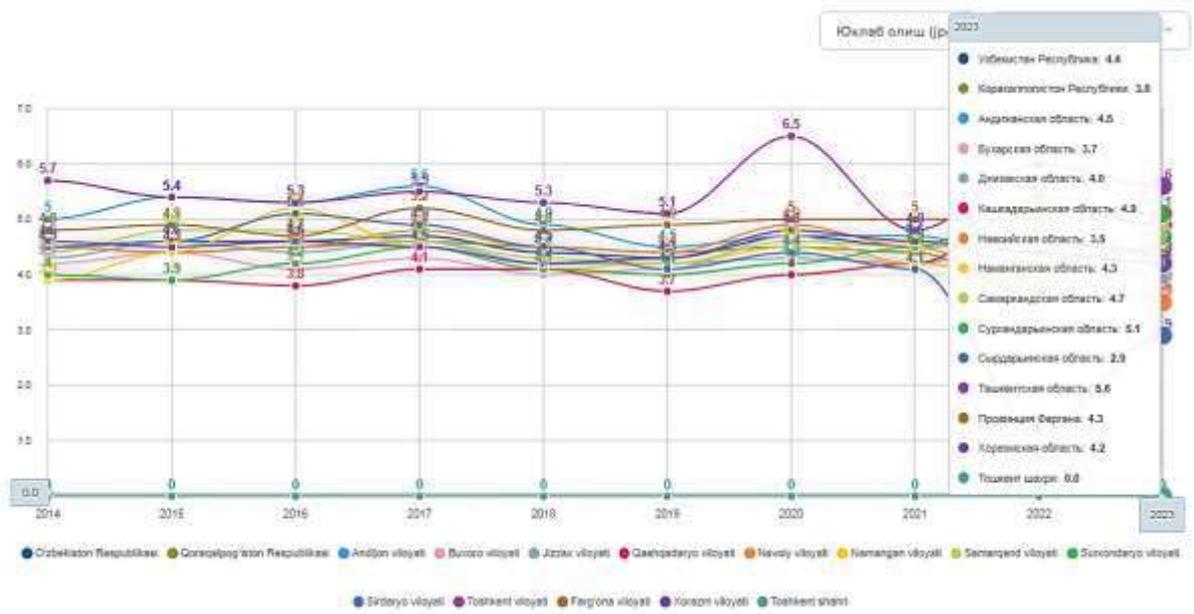


Рисунок 3.13 Смертность в Узбекистане: анализ по годам, в тысячах.

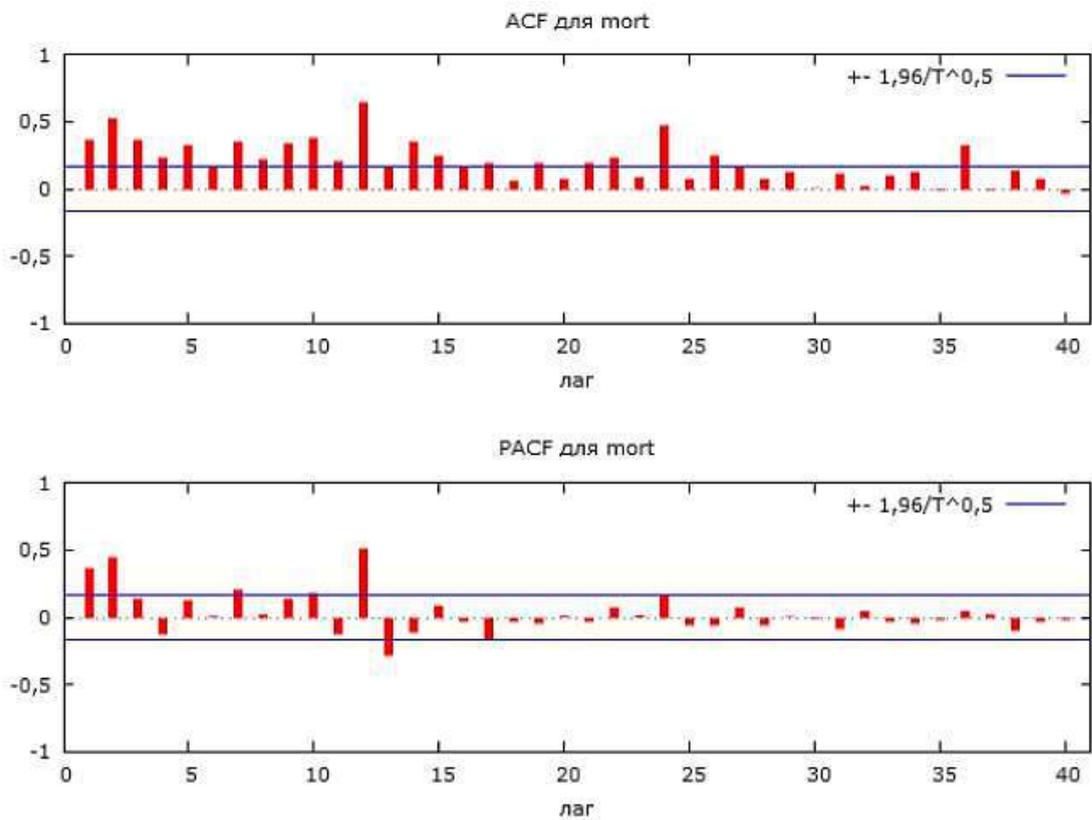


Рисунок 3.14 Представление корреляционной зависимости в временном ряде смертности

Изучение коррелограммы временного ряда *mort* на рисунке 3.14 выявляет трендовую составляющую (снижение автокорреляционной функции, АСF, на начальных лагах) и сезонные колебания (выраженные максимумы АСF на лагах, которые кратны сезонному периоду ( $k = 12, 24, 36$ ), при этом амплитуда постепенно уменьшается).

В таблице 3.5 представлены итоги проверки на стационарность для выборки данных по показателям смертности.

В результате анализа временных рядов, повторно возникли диссонансы в выводах: тесты Дики-Фуллера (ADF) и Квятковского-Филлипса-Шмидта-Шина (KPSS) демонстрируют наличие нестационарности в данных, в то время как тест Филлипса-Перрона (PP) [4,65,70,86,92] подтверждает стационарный характер процесса, опровергая гипотезу о наличии единичного корня на уровне значимости 0,01.

Временной ряд *mag*, и его представление на рисунке 3.15, при внимательном изучении не выявляет явной тенденции к росту или падению, указывая на отсутствие тренда.

Таблица 3.5. Исходы анализа стационарности последовательностей *mort*<sup>11</sup>

Временной ряд	Тест	Спецификация теста	Значение статистик	P-значение
<i>mort</i>	ADF	1	-0,17535	0,478
		2	0,3047	0,989
		3	0,0301	0,897
	PP	1	-2,9403	0,967
		2	-3,5054	0,023
		3	-5,4668	0,044
	KPSS	2	0,9506	0,027
		3	0,3654	0,000

<sup>11</sup> Примечание: 1 – с константой, 2 – с константой и трендом, 3 – с константой и сезонными фиктивными переменными.

Вместо этого, анализ позволяет наблюдать четко прослеживаемую сезонность, характеризующуюся повышением активности в летние месяцы – июль, август и сентябрь – и заметными падениями в мае, что сохраняется стабильным в течение всего рассматриваемого интервала времени, как это представлено на рисунке 3.14 [20,65,70,86,92].

Анализ автокорреляционной функции (ACF) временного ряда MAR, представленного на рисунке 3.15, позволяет предположить наличие сезонной составляющей с периодом  $S = 12$  [20,65,70,86,92].

Наблюдается выраженные пики автокорреляции на интервалах, кратных сезонному циклу ( $k = 12, 24, 36$ ), при этом сила связи не уменьшается со временем, в контрасте с ACF диаграммами для рядов данных о рождаемости (birth) и смертности (mort) [20,65,70,86,92], где такая устойчивость не прослеживается.

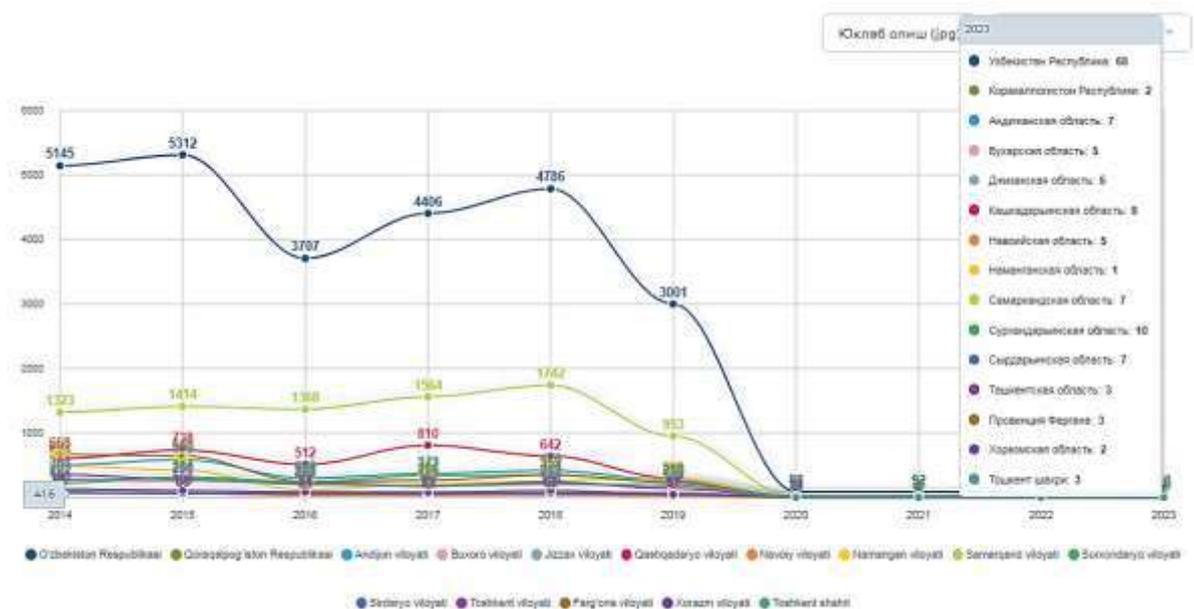


Рисунок 3.15 Статистика официально зарегистрированных брачных союзов в Узбекистане по годам, тыс.

Данные по проверке стационарности серии *mar* представлены в таблице

3.6.

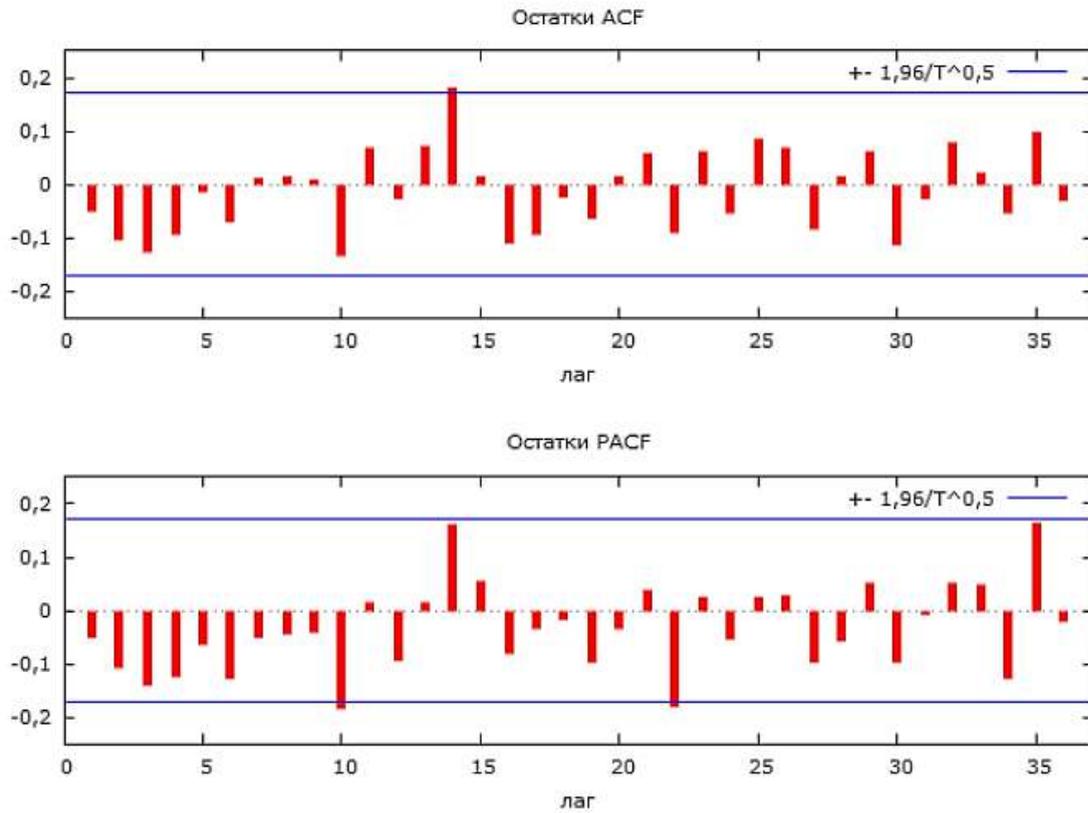


Рисунок 3.16 Корреляционная диаграмма для последовательности *mar*

Таблица 3.6. Исходы проверки на стационарность последовательностей *mar*<sup>12</sup>

Временной ряд	Тест	Спецификация теста	Значение статистик	P-значение
<i>mar</i>	ADF	1	-0,875	0,695
		2	0,3047	0,989
		3	0,0301	0,897
	PP	1	-2,9403	0,967
		2	-3,5054	0,023
		1	-5,4668	<0,044
	KPSS	2	0,9506	<0,027
3		0,3654	0,000	

<sup>12</sup> Примечание: 1 – с константой, 2 – с константой и трендом, 3 – с константой и сезонными фиктивными переменными.

Существование сезонных колебаний в информации ограничивает возможность окончательно утверждать о наличии стационарного характера процесса.

Последовательность данных временного ряда инфляции иллюстрируется на графике, размещенном на рисунке 3.17. С 2020 года заметен стабильный и значительный спад [4,65,70,86,92].

Хотя анализ данных позволяет обнаружить месяцы с повышенной и пониженной младенческой смертностью (см. рисунок 3.18), следует подчеркнуть, что этот показатель не зависит от циклических или сезонных изменений [2,65,70,86,92].

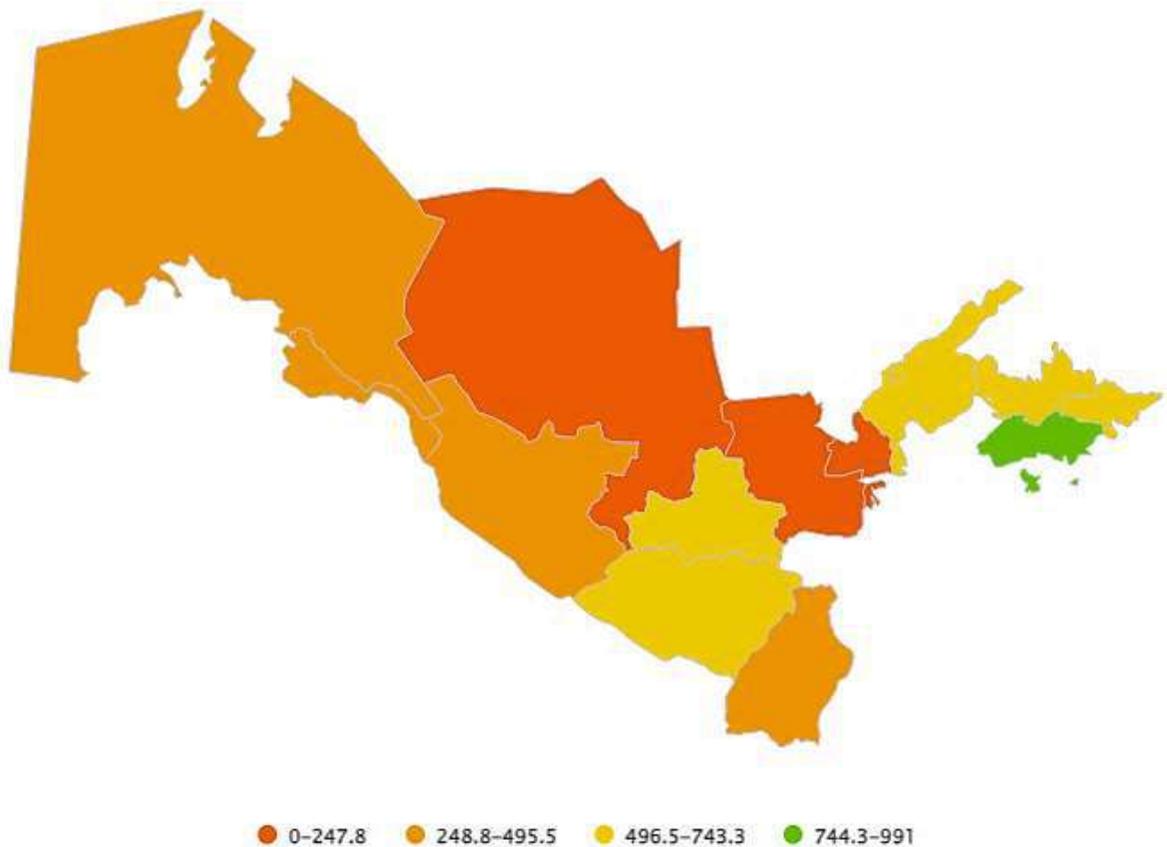


График 3.17. Статистика умерших в первый год жизни детей в Узбекистане, в тыс.

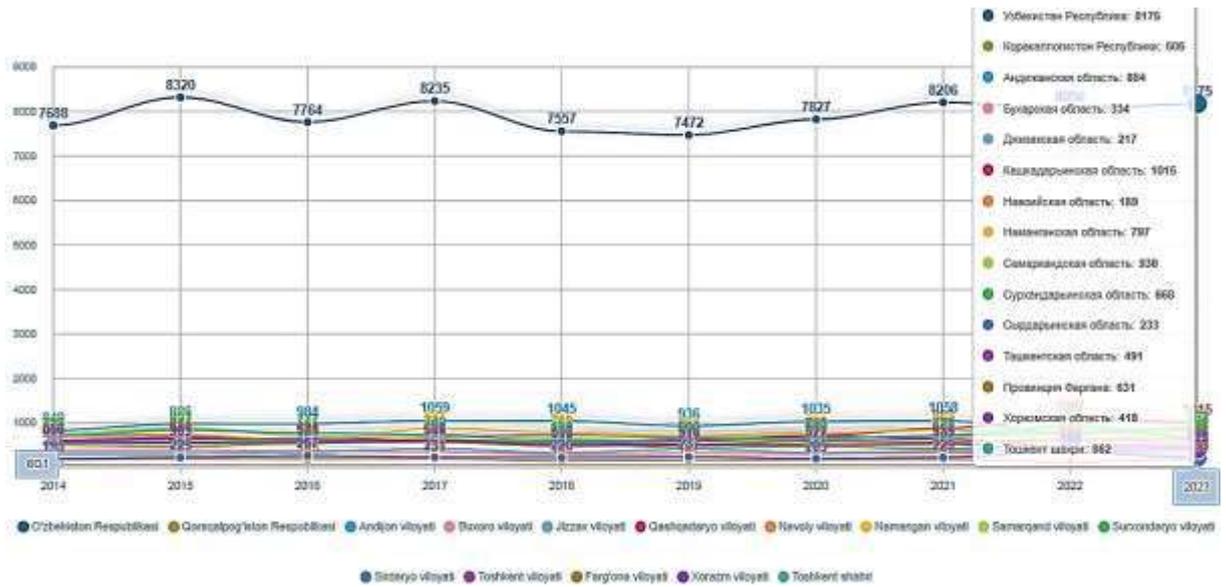


Рисунок 3.18. Количество зарегистрированных случаев смерти детей в первый год жизни в Узбекистане, в тысячах.

Рассмотрение коррелограммы временного ряда, представленного на рисунке 3.19 (а), и коррелограммы его первого дифференцирования, изображённого на рисунке 3.19 (б), с целью исключения эффекта тренда подкрепляет заключения специалистов в области демографии о не присутствии сезонных колебаний.

На графиках 3.19 (а) и 3.19 (б) отсутствуют очевидные пики, которые обычно соответствуют сезонным колебаниям, в лагах, кратных 12-месячному сезонному циклу.

Кроме того, наблюдается определенная регулярность с интервалом в три графика, как показано на рисунке 3.19 (б) что подтверждается пиками на периодограмме (рисунок 3.20). Тем не менее, для имитации данной регулярности требуются дополнительные аргументы.

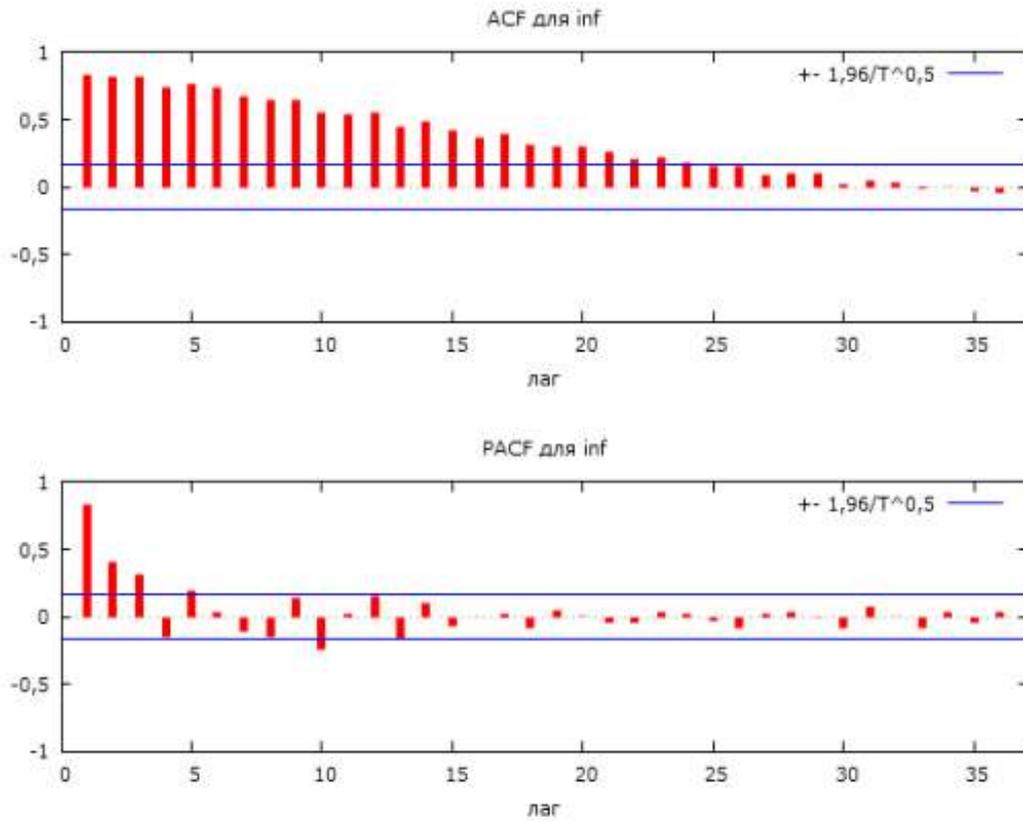
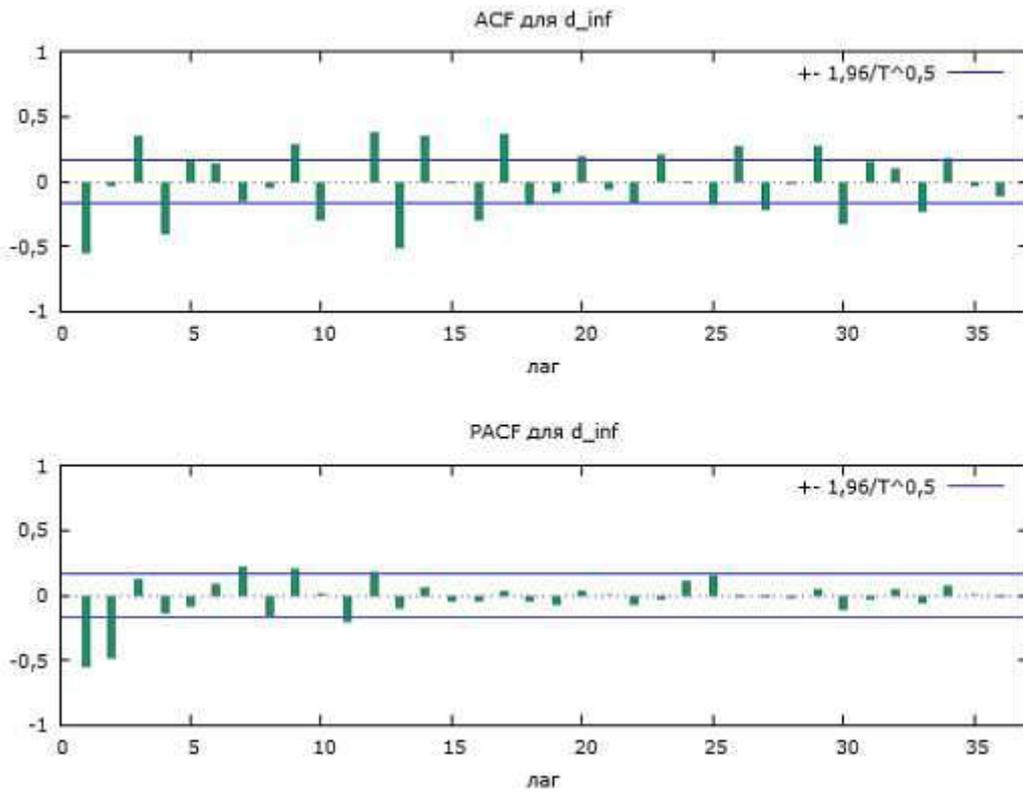


Рисунок 3.19 Коррелограммы временного ряда inf (а)

Рис. 3.19 Коррелограмм анализа разностей ряда  $\Delta inf$  (б)

Следовательно, несколько рядов с бесконечными значениями были исключены из последующего рассмотрения по причине недостатка сезонной составляющей, тогда как главной задачей данного исследования было именно изучение сезонных колебаний.

### **3.3.1 Исследование периодичности и единичных корней в демографических временных рядах**

Использование традиционных критериев определения наличия единичного корня для анализа сезонных временных рядов часто приводит к неоднозначным результатам. Это затрудняет определение степени интеграции анализируемых процессов.

В процессе последующего анализа применялись тесты HEGY, для параллельного выявления сезонных и циклических стационарностей. Для анализа месячных серий данных использовалась адаптированная версия теста HEGY [4,65,70,86,92].

Для оценки стабильности выводов теста при изменении его версий проанализированы разнообразные модификации испытания.

Результаты проведенного нами анализа демографических временных рядов с использованием теста HEGY суммированы в таблице 3.7.

Следует отметить, что присутствие единичных корней было констатировано при условии, что нулевая гипотеза не была отклонена при уровне значимости 5%.

В таблице 3.7 основные выводы по присутствию в различных временных рядах выделены полужирным начертанием, тогда как детализированные результаты статистических тестов для специфической модели находятся в таблице 3.8.

Анализ результатов проверки на наличие стационарных и нестационарных (сезонных и несезонных) единичных корней [2,65,70,86,92] в

данных раскрывает специфические характеристики изучаемых временных последовательностей.

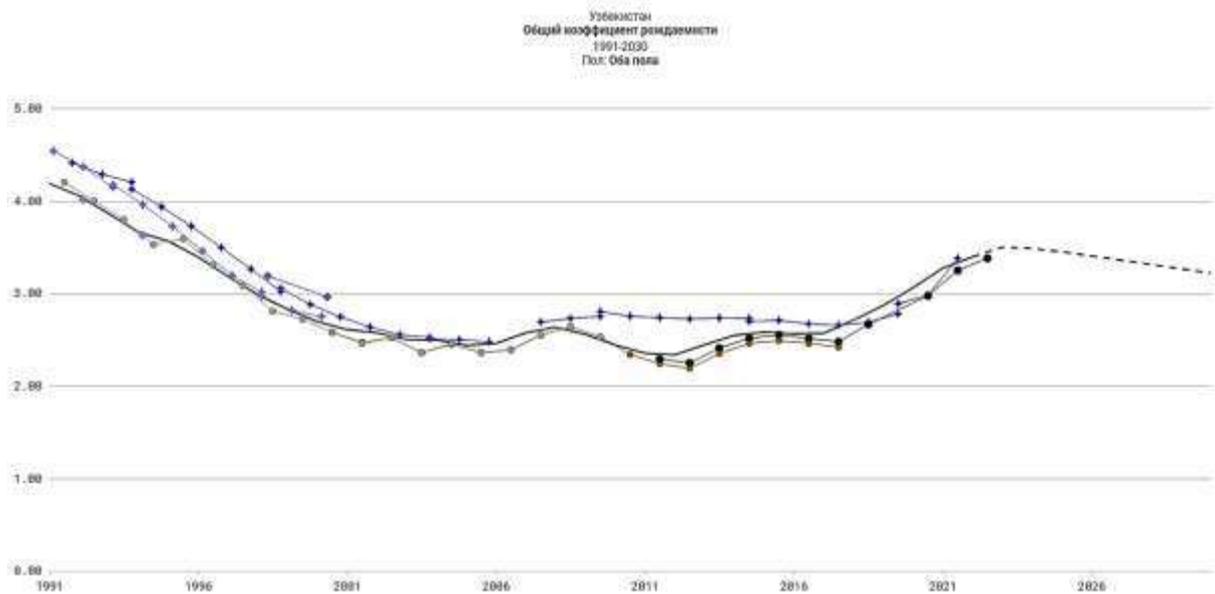


Рисунок 3.20 Периодограмма изменений для  $\Delta$  информации

Таблица 3.7. Обобщённые выводы о проверке временных рядов на наличие сезонных унитарных корней<sup>13</sup>

Временной ряд	С константой	С константой и сезонными дамми-переменными	С константой и трендом	С константой, трендом, сезонными дамми-переменными
birth	единичный полугодовой месячный	единичный	<b>единичный полугодовой месячный</b>	единичный
mort	<b>единичный полугодовой месячный</b>	единичный	единичный полугодовой	единичный
mar	<b>единичный полугодовой месячный</b>	единичный месячный	единичный полугодовой месячный	единичный месячный

<sup>13</sup> Примечание: Тестовое уравнение сезонной разности критерия HEGY для месячных данных предполагает наличие 12 единичных корней: корень +1 соответствует несезонному единичному корню, -1 – полугодовому корню, комплексные корни  $\pm i$  – квартальным корням,  $(0,5(1,44 \pm i))$  – месячным корням и т.д.

Таблица 3.8. Исходы тестирования HEGY на наличие сезонных единичных корней для переменной *birth*<sup>14</sup>

Временной ряд	Модификация теста	Значение статистик	P-значение
<i>birth</i>	С константой и трендом	$t1 = 0,19$	0,68599
		$t2 = -2,62$	0,19761
		$F1 = 0,06$	0,89938
		$t1 = -2,81$	0,18908
$\Delta birth$	С константой и трендом	$t2 = -1,62$	0,79071
		$F1 = 0,71$	0,40338
		$t1 = -1,40$	0,00020
		$t2 = -1,34$	0,28331
$\Delta^2 birth$	С константой	$t2 = -1,34$	0,28331
		$F1 = 0,50$	0,62449

Таблица 3.9. Выводы из HEGY-проверки наличия сезонных единичных корней, с применением модификаций

Временной ряд	Модификация теста	Значение статистик	P-значение	Вывод
<i>birth</i>	С константой и трендом	$t1 = 0,50$	0,9590	Единичный, полугодовой единичный корень, детерминированная сезонность
		$t2 = -1,62$	0,9761	
		$F1 = 0,61$	0,9938	
<i>mort</i>	С константой	$t1 = -1,24$	0,9354	Единичный, полугодовой единичный корень, детерминированная сезонность
		$t2 = -1,40$	0,8232	
		$F1 = 3,68$	0,1862	
<i>mar</i>	С константой	$t1 = 0,36$	0,3785	Единичный, полугодовой и месячный единичные корни
		$t2 = -0,19$	0,4557	
		$F1 = 0,64$	0,4136	

<sup>14</sup> Примечание: к таблице 3.8. и 3.9 статистика  $t1$  соответствует гипотезе о наличии несезонного единичного корня,  $t2$  – гипотезе о наличии полугодового сезонного единичного корня,  $F1$  – гипотезе о наличии месячного сезонного единичного корня.

Таким образом, рассматриваемые временные ряды классифицируются как нестационарные, с уровнем интеграции  $d = 1$  для переменных *mort* и *mar*, и уровнем  $d = 2$  для переменной *birth*, согласно данным в таблице 3.8.

Результаты применения теста HEGY для проверки стационарности на первых и вторых разностях представлены в таблице 3.9.

Колонки *birth* и *mort* демонстрируют предсказуемую сезонность, что позволяет включить сезонные индикаторные переменные для соответствующих месяцев в модель SARIMA для их учета [20,65,70,86,92]. В то время как данные в *mar* отличаются заметной стохастической сезонностью с уровнем сезонного интегрирования  $D_s$  равным 1.

### 3.4 Результаты исследования демографических процессов

Прогнозирование демографической динамики, в частности числа новорожденных. После проведенного анализа, в ходе которого были оценены и сопоставлены различные конфигурации SARIMA-моделей, учитывая их уровни авторегрессии и скользящих средних, и на основании данных о детерминированной сезонности, выявленных при помощи HEGY-тестирования, была выбрана оптимальная модель SARIMA (2,2,1) × (1,0,0) с интеграцией сезонных индикаторных переменных для наиболее точного прогноза [1,65,70,86,92].

Дамми-переменные, также известные как фиктивные или бинарные переменные, представляют собой переменные, которые могут принимать только два возможных значения: 0 или 1. Эти переменные используются для кодирования качественных данных в количественной форме, облегчая их анализ в статистических и эконометрических моделях [1,65,70,86,92].

Дамми-переменная для месяца, обозначаемая как  $dm_i$ , может принимать значение 1, если это месяц  $i$ , и 0 в случаях, когда рассматриваются все прочие месяцы. В таблице 3.10 демонстрируются результирующие оценки этой модели [1,65,70,86,92].

$$(1 - \alpha_1 L - \alpha_1 L^2)(1 - \alpha_{12} L^{12}) \Delta^2 y_t = \theta_0 + (1 + \theta_1 L + \theta_3 L^3) \varepsilon_t + \sum_{i=2}^{12} \beta_i dm_i \quad (3.32)$$

В анализируемой модели все корни характеристического уравнения имеют абсолютные значения, превышающие единицу, указывая на инвертируемость и стационарность временного ряда. Показатели автокорреляции для остатков равняются нулю, а показатель для статистики Льюнга-Бокса Q составляет 15,20 (с p-value равным 0,51) на протяжении 12 первых лагов, доказывая отсутствие автокорреляции в остатках [2,65,70,86,92]. Эти данные подтверждают, что остаточный ряд представляет собой шумовой процесс, соответствующий белому шуму.

На рисунке 3.21 представлена коррелограмма остатков модели для birth, иллюстрирующая отсев любой автокорреляции вплоть до 36-го лага.

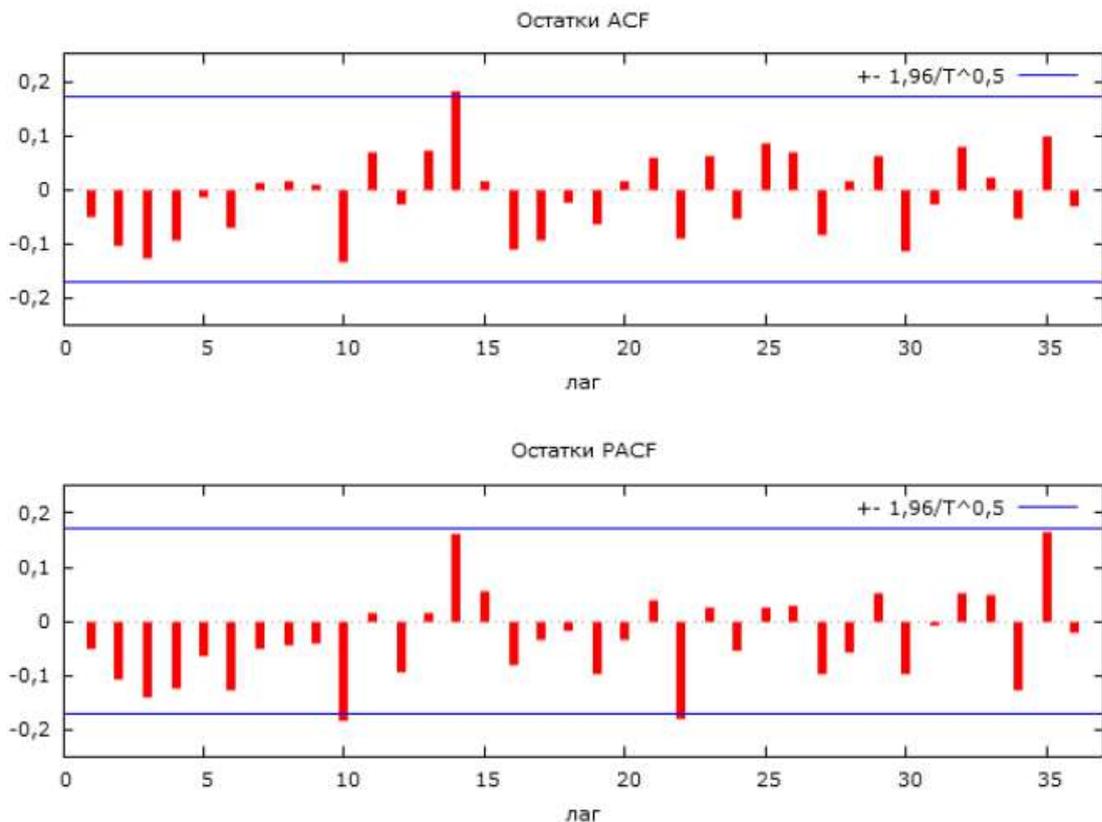


Рисунок 3.21. Коррелограмма остатков модели регрессии для данных о рождаемости

Для анализа нормальности распределения остатков использовался критерий согласия Пирсона  $\chi^2$  результаты вычислений  $\chi(2)^2 = 4,11$  при двух степенях свободы (2) указывают на то, что основания для отклонения гипотезы о нормальности распределения остатков отсутствуют. Это подтверждает, что рассматриваемый набор данных остатков может считаться набором значений, сгенерированных в соответствии с нормальным распределением, при принятом уровне значимости 5%.

Помимо анализа адекватности модели для выявления её способности качественно прогнозировать, применялись показатели точности прогноза, такие как: среднеквадратичная ошибка (RMSE) равная 9,43 средняя процентная ошибка (MPE) составляющая 0,06 и средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE) величиной 4,81.

Следует подчеркнуть, что зафиксированные параметры точности предсказаний указывают на солидные прогностические возможности разработанной SARIMA-модели.

Таблица 3.10. Результаты оценивания модели SARIMA для данных по рождаемости<sup>15</sup>

	Коэффициент	Ст. ошибка	z	P-значение
Зависимая переменная: $\Delta^2 birth$				
$\theta_0$	3,948**	1,672	2,361	0,018
$\alpha_1$	-1,050***	0,067	-15,704	0,000
$\alpha_2$	-0,800***	0,083	-9,664	0,000
$\alpha_{12}$	0,166*	0,096	1,742	0,082
$\theta_1$	-0,476***	0,103	-4,632	0,000
$\theta_3$	-0,455***	0,087	-5,220	0,000
dm2	-8,487***	2,513	-3,378	0,0007
dm3	4,105**	1,755	2,339	0,019
dm4	-8,773***	2,181	-4,022	0,000
dm5	6,636**	2,914	2,278	0,023
dm6	-4,528**	2,225	-2,035	0,042

<sup>15</sup> Примечание: \*\*\* – статистическая значимость коэффициента на 1%-ном уровне, \*\* – на 5%-ном уровне, \* – на 10%-ном.

Продолжение таблицы 3.10

dm7	10,454***	2,629	3,977	0,000
dm8	-9,849***	2,360	-4,174	0,000
dm9	-18,659***	2,948	-6,330	0,000
dm10	-12,110***	3,049	-3,972	0,000
dm11	-10,068***	2,337	-4,308	0,000
dm12	3,895	3,917	0,994	0,320

$\sigma$ Стандартное отклонение равно 3,48; Критерий информационного Акаике составляет 713,45, в то время как Байесовский информационный критерий показывает 764,65. Тест Льюнга-Бокса с 20 лагами имеет значение 20,51 с уровнем значимости 0,15. Критерий Пирсона для 2 степеней свободы равен 4,11 с p-значением 0,12.

На рисунок 3.22 демонстрируются актуальные данные о рождаемости в Узбекистане и прогнозы, сформированные с использованием модели SARIMA, включая разработанный 95%-й доверительный интервал для предсказаний вплоть до ноября 2024 года.

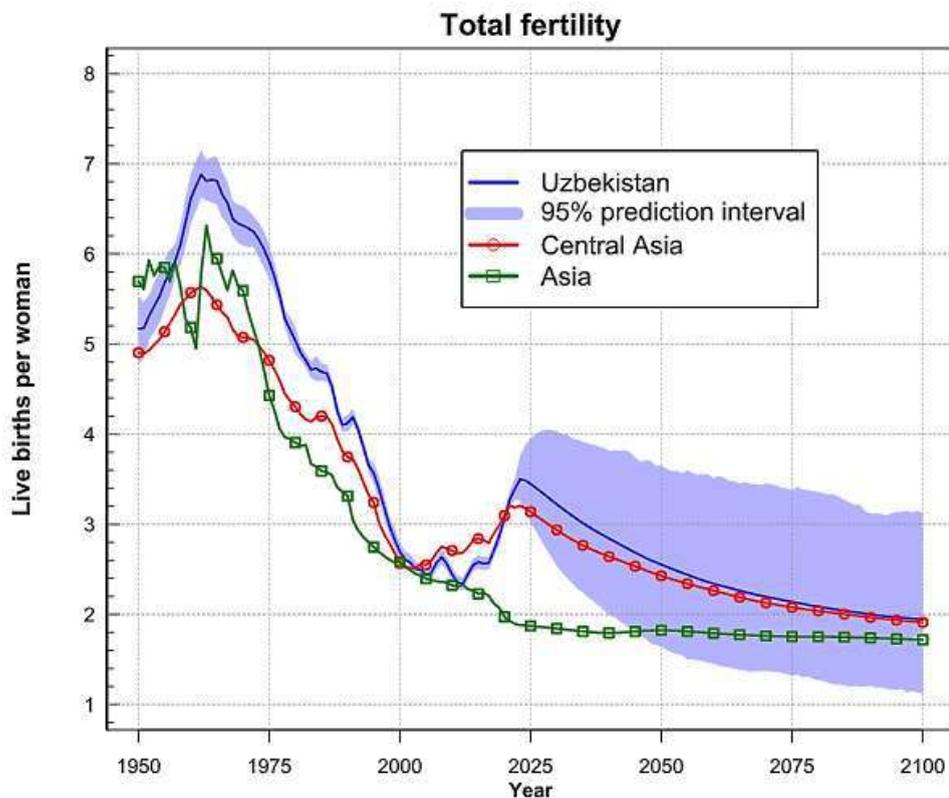


Рисунок 3.22 График рожденных в Узбекистане: фактические данные и прогнозируемые значения, полученные с помощью модели SARIMA, с учетом 95% доверительного интервала, в тысячах.

В таблице 3.11 представлены прогнозные данные о количестве новорожденных в Узбекистане, сделанные на основе разработанной модели SARIMA, включая их 95%-ные доверительные интервалы [4,65,70,86,92].

Анализ моделей демографических тенденций указывает на устойчивое уменьшение рождаемости в Узбекистане в 2020 году, подтверждаемое общим сокращением числа новорожденных, описываемом демографами. Это сокращение будет наблюдаться на месячной основе, как уточняют предварительные сезонные корректировки.

Аналитики прогнозируют максимальное количество новорожденных в октябре 2025 года, достигнувшее 90.887 тысяч, в то время как минимальное число рождений предвидится в феврале того же года, составив 62.249 тысяч.

Проекция количества смертей. Анализ модели ARIMA (1,1,1), обогащенной сезонными индикаторными переменными  $dm_i$ , выявил высокие статистические характеристики для  $mort$  в математическом выражении.

Таблица 3.11. Проекция количества новорожденных в Узбекистане на основе модели SARIMA

Дата	Прогноз, тыс.	Ст. ошибка	95%-ный доверительный интервал прогноза	Сезонные приросты (к соответствующему периоду прошлого года)	
				тыс.	%
Ноябрь 2023	52.076	1.226	(50.636, 49.472)	53.302	-28.4
Декабрь 2023	80.186	1.888	(77.970, 76.152 )	82.074	-67.2
Январь 2024	70.276	1.654	(68.333, 66.762)	71.930	-52.9
Февраль 2024	64.019	1.507	(62.249, 60.818)	65.526	-43.9
Март 2024	66.687	1.570	(64.844, 63.352)	68.257	-47.7
Апрель 2024	67.228	1.583	(65.370, 63.866)	68.811	-48.4
Май 2024	71.215	1.676	(69.246, 67.654)	72.891	-54.4
Июнь 2024	70.775	1.666	(68.818, 67.217)	72.441	-53.7
Июль 2024	89.337	2.103	(86.868, 84,870)	91.440	-85.5

Продолжение таблицы 3.11

Август 2024	87.031	2.049	(84.626, 82.679)	89.080	-81.2
Сентябрь 2024	91.370	2.151	(88.844, 86.801)	93.521	-89.5
Октябрь 2024	93.471	2.000	(90.887, 88.797)	95.671	-93.6

В контексте статистического анализа и моделирования, дамми-переменная, обозначаемая как  $dm_i$  для месяца  $i$ , может принимать значение 1, что указывает на принадлежность к месяцу  $i$ , и значение 0, что демонстрирует отсутствие принадлежности, охватывая таким образом все остальные месяцы. В таблице 3.12 детально представлены результаты оценки данной модели [4,65,70,86,92].

$$(1 - \alpha_1 L)\Delta y_t = \theta_0 + (1 + \theta_1 L)\varepsilon_t + \sum_{t-2}^{12} \beta_i dm_i \quad (3.33)$$

В анализе данной модели, все значения корней характеристического уравнения превосходят единицу по абсолютной величине, указывая на её стационарный характер системы.

Уровни автокорреляции для остатков стремятся к нулю, показывая отсутствие автокорреляции, что подтверждается статистикой Льюинга–Бокса Q, равной 32,71 при значении  $p$  1,50 для анализа первых 20 лагов. В дополнение, коррелограмма остатков, показывающая автокорреляцию до 36 лага, представлена на рисунке 3.23 для модели смертности (mort), также указывает на отсутствие автокорреляции [4,65,70,86,92].

Критерии точности прогнозирования, такие как RMSE (Среднеквадратичная ошибка) со значением 4,54, MPE (Средняя процентная ошибка) = -0,04 и MAPE (Средняя абсолютная процентная ошибка) [64,65,70,86,92] = 2,11, указывают на эффективность и надежность разработанной модели ARIMA для предсказаний.

Рисунок 3.24 демонстрирует фактические данные о смертности в Узбекистане по месяцам (в тысячах людей), прогнозы, сформированные с

использованием ARIMA-методологии, и оценку с 95%-ной уверенностью для интервала предсказания до конца декабря 2024 года [20,65,70,86,92].

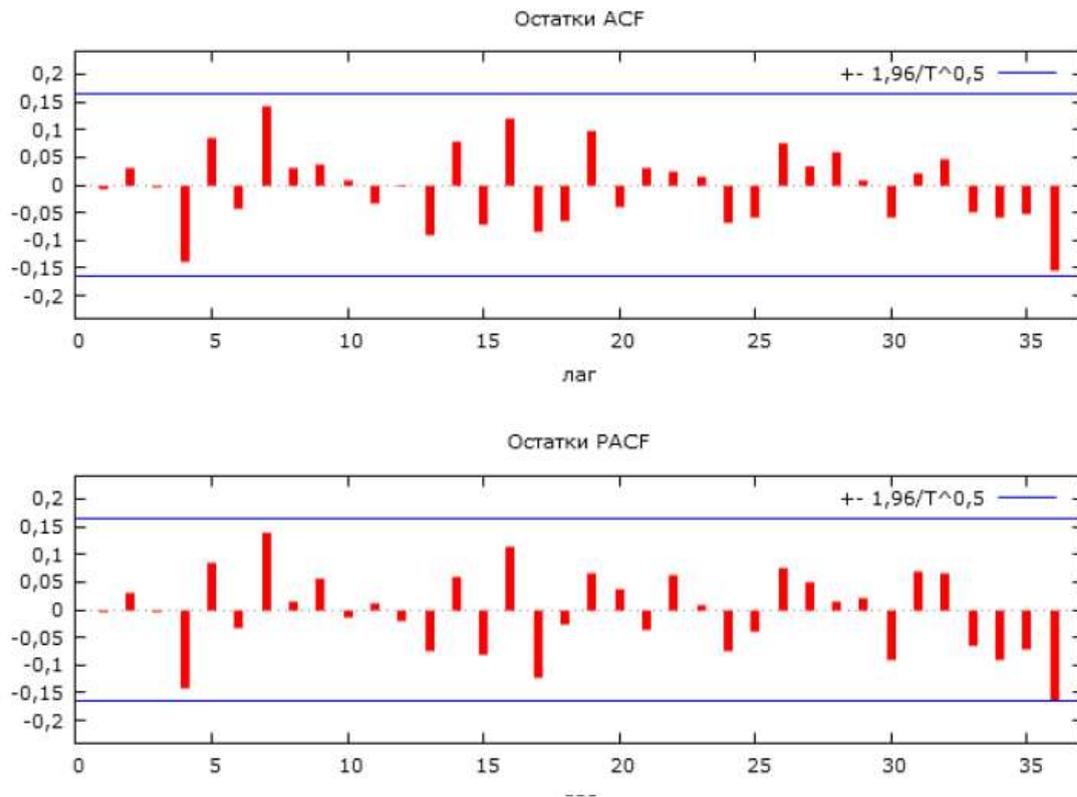


Рисунок 3.23 Коррелограмма остатков анализа по модели смертности

Таблица 3.12. Результаты ARIMA-моделирования для переменной  $mort$ <sup>16</sup>

	Коэффициент	Ст. ошибка	z
Зависимая переменная: $\Delta^2 mort$			
$\theta_0$	-0,164	0,038	-4,291
$\alpha_1$	0,467	0,108	4,310
$\theta_1$	-0,956	0,061	-15,685
dm2	-22,924	1,494	-15,346
dm3	-7,886	1,810	-4,358
dm4	-17,971	1,940	-9,264
dm5	-11,291	1,998	-5,652
dm6	-20,389	2,023	-10,080
dm7	-17,480	2,031	-8,608
dm8	-19,707	2,026	-9,727
dm9	-24,767	2,005	-12,351

<sup>16</sup> Примечание: Все коэффициенты статистически значимы на 1%-ном уровне.

Продолжение таблицы 3.12

dm10	-14,770	1,954	-7,559
dm11	-23,142	1,835	-12,612
dm12	-12,687	1,544	-8,219

Стандартное отклонение составляет 4,53. Акаике информационный критерий равен 863,58, в то время как Байесов информационный критерий достигает 907,92. Показатель Q-статистики для 20 задержек равен 17,23, с р-значением, равным 0,51, указывающим на недостаточные основания для отклонения нулевой гипотезы о случайности ряда. Хи-квадрат статистика с 2 степенями свободы равняется 1,92, с р-значением 0,38, также свидетельствуя о недостатке доказательств для отклонения нулевой гипотезы.

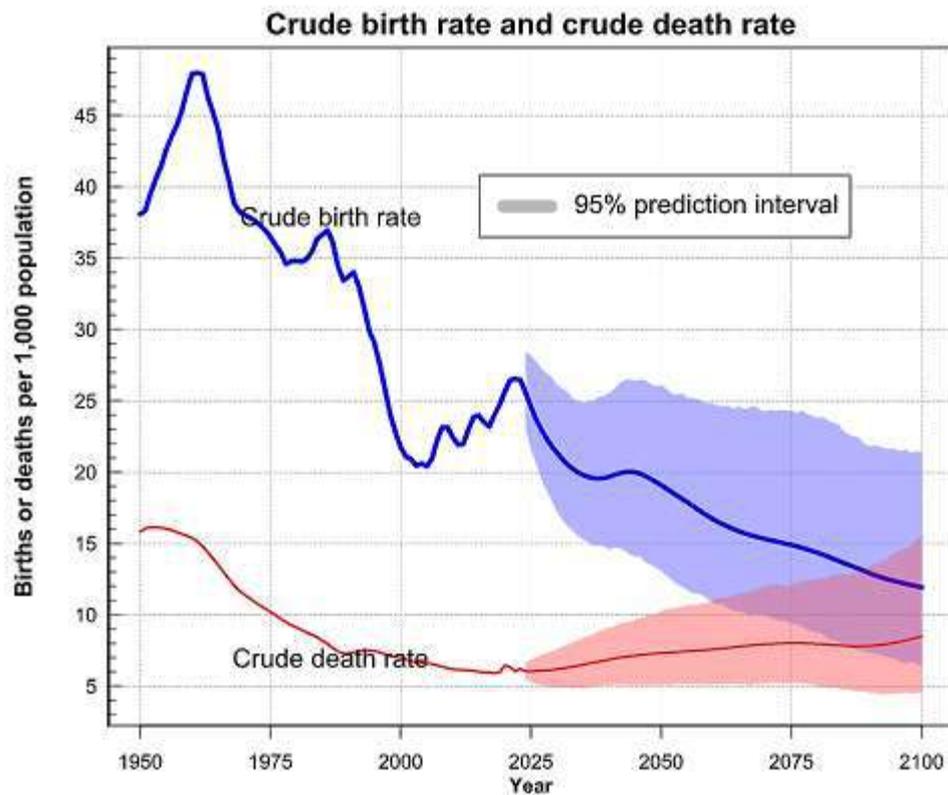


Рисунок 3.24 График смертности в Узбекистане: реальные и прогнозируемые показатели, полученные с использованием ARIMA-анализа, с учетом 95%-го доверительного интервала, в тысячах.

В таблице 3.13 представлены прогнозируемые показатели *mort*, выведенные с использованием модели ARIMA, включая 95%-ные доверительные интервалы, а также вычисленный средний сезонный прирост на основе этих прогнозных значений [20,65,70,86,92].

Статистические прогнозы указывают на постепенное уменьшение смертности в Узбекистане в течение 2019 года, исключая декабрь 2020 года, а также сентябрь и ноябрь 2021 года, когда зафиксировано увеличение количества случаев смерти, отражающееся в позитивной динамике индекса смертности.

Согласно прогнозам, максимальное сокращение населения (10.956 тыс. человек) произойдет в январе 2025 года. Пиковое количество смертей ожидается в августе 2025 года (18.194 тыс. человек), при этом наблюдается уменьшение численности населения на 1.25%. В ноябре 2025 года предвидится минимальное количество умерших (12.426 тыс. человек) со значительным увеличением численности на 3.45%.

В таблице 3.13 представлены прогнозируемые показатели *mort*, выведенные с использованием модели ARIMA, включая 95%-ные доверительные интервалы, а также вычисленный средний сезонный прирост на основе этих прогнозных значений [20,65,70,86,92].

Таблица 3.13. Прогнозируемые данные о смертности в Узбекистане с использованием модели ARIMA

Дата	Прогноз, тыс.	Ст. ошибка	95%-ный доверительный интервал прогноза	Сезонные приросты (к соответствующему периоду прошлого года)	
				тыс.	%
Ноябрь 2023	13.343	0.262	(12.426, 12.675)	13.081	-1.68
Декабрь 2023	15.985	0.313	(15.185, 14.888)	15.672	-2.41
Январь 2024	11.533	0.226	(10.956, 10.741)	11.307	-1.25
Февраль 2024	15.685	0.308	(14.900, 14.608)	15.377	-2.31
Март 2024	13.783	0.270	(13.093, 12.837)	13.513	-1.79
Апрель 2024	13.267	0.260	(12.603, 12.356)	13.007	-1.66

Продолжение таблицы 3.13

Май 2024	13.549	0.266	(12.871, 12.618)	13.283	-1.73
Июнь 2024	15.225	0.299	(14.492, 14.179)	14.926	-2.18
Июль 2024	18.018	0.353	(17.117, 16.781)	17.665	-3.06
Август 2024	19.152	0.376	(18.194, 17.837)	18.776	-3.45
Сентябрь 2024	14.096	0.276	(13.391, 13.129)	13.820	-1.87
Октябрь 2024	14.378	0.278	(13.659, 13.395)	14.100	-1.96

Анализ прогноза количества официально зарегистрированных браков. В процессе построения модели для переменной  $mar$  использовались как стандартная, так и сезонная дифференциация.

Модель SARIMA с параметрами (2,1,0) на коротком периоде и (3,1,0) 12 на длительном периоде продемонстрировала достойные результаты, представленные в форме уравнения. Детальные оценочные показатели данной модели можно найти в таблице 3.14.

$$(1 - \alpha_1 L + \alpha_2 L^2)(1 + \alpha_{12} L^{12} + \alpha_{24} L^{24} + \alpha_{36} L^{36}) \Delta \Delta_{12} y_t = \theta_0 + \varepsilon_t \quad (3.34)$$

Таблица 3.14. Прогнозы модели SARIMA для  $mar$ 

	Коэффициент	Ст. ошибка	z
Зависимая переменная: $\Delta \Delta_{12} mar$			
$\theta_0$	-0,117	0,173	-0,6761
$\alpha_1$	-0,966	0,071	-13,605
$\alpha_2$	-0,585	0,070	-8,3131
$\alpha_{12}$	-0,658	0,085	-7,6944
$\alpha_{24}$	-0,567	0,090	-6,2793
$\alpha_{36}$	-0,444	0,086	-5,1431
Стандартное отклонение составляет 11,84. Критерии информационного акайке (AIC) и байесовский информационный критерий (BIC) равны 1039,487 и 1059,560 соответственно. Ljung-Box Q-тест на 20-м лаге показал значение 19,23, со значимостью $p=0,2$ , что указывает на отсутствие автокорреляции в остатках модели. Хи-квадрат тест с 2 степенями свободы выявил значение 1,906 с уровнем значимости $p=0,38$ , не позволяя отвергнуть нулевую гипотезу о том, что модель адекватно соответствует наблюдаемым данным.			

По результатам применения критерия Льюнга-Бокса, рассчитанного для двадцати заложений (лагов), получена Q-статистика равная 19,23 и значимость (p-value) на уровне 0,2. Это указывает на то, что временной ряд остатков рассматриваемой модели демонстрирует характеристики случайного процесса, или белого шума.

Графическое представление анализа автокорреляции остатков для диапазона до 36 лагов отображено на коррелограмме, представленной на рисунке 3.25 для модели мультипликативного авторегрессионного интегрированного скользящего среднего (MAR).

Параметры точности модели SARIMA, а именно RMSE, равный 5,16, MPE, составляющий -1,860%, и MAPE, равный 21,94%, подтверждают ее надежные прогностические возможности. Значение MPE, находящееся в отрицательной зоне, указывает на небольшое занижение в прогнозируемых значениях.

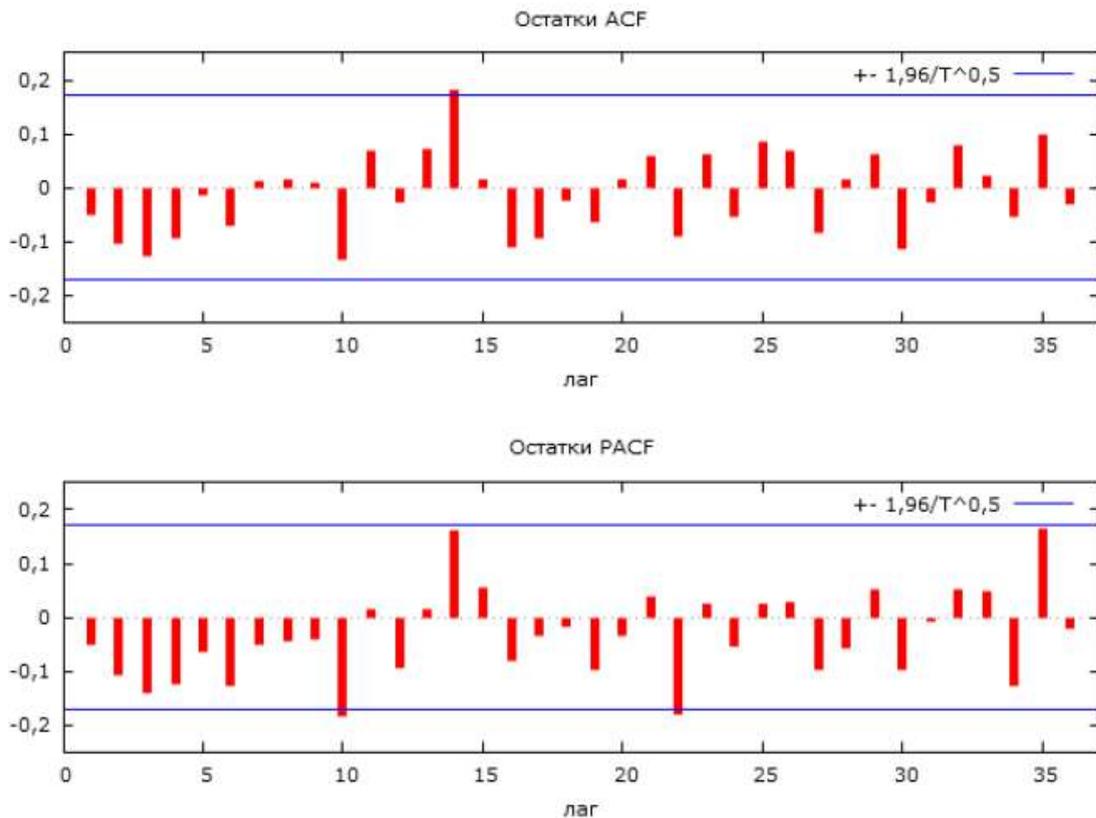


Рисунок 3.25. Коррелограмма ошибок прогнозирования для lag

Анализ MAPE демонстрирует, что прогноз на март показал наименее удовлетворительные результаты. Выводы свидетельствуют о сохранении аналогичного сезонного тренда в будущем году, согласно предыдущим наблюдениям.

В Рисунок 3.25 представлен анализ количества зарегистрированных браков ежемесячно в Узбекистане, как фактические данные, так и прогнозы, сделанные с использованием модели SARIMA. Кроме того, на графике отображен 95%-ный доверительный интервал для этих прогнозов вплоть до декабря 2024 года [4,65,70,86,92].

В таблице 3.15 представлены оценочные прогнозы для переменной *mort*, выработанные с использованием модели ARIMA, вместе с 95% доверительными интервалами [4,65,70,86,92] для этих прогнозов. Также в таблице указаны средние сезонные приросты, вычисленные на основе этих прогнозируемых данных.

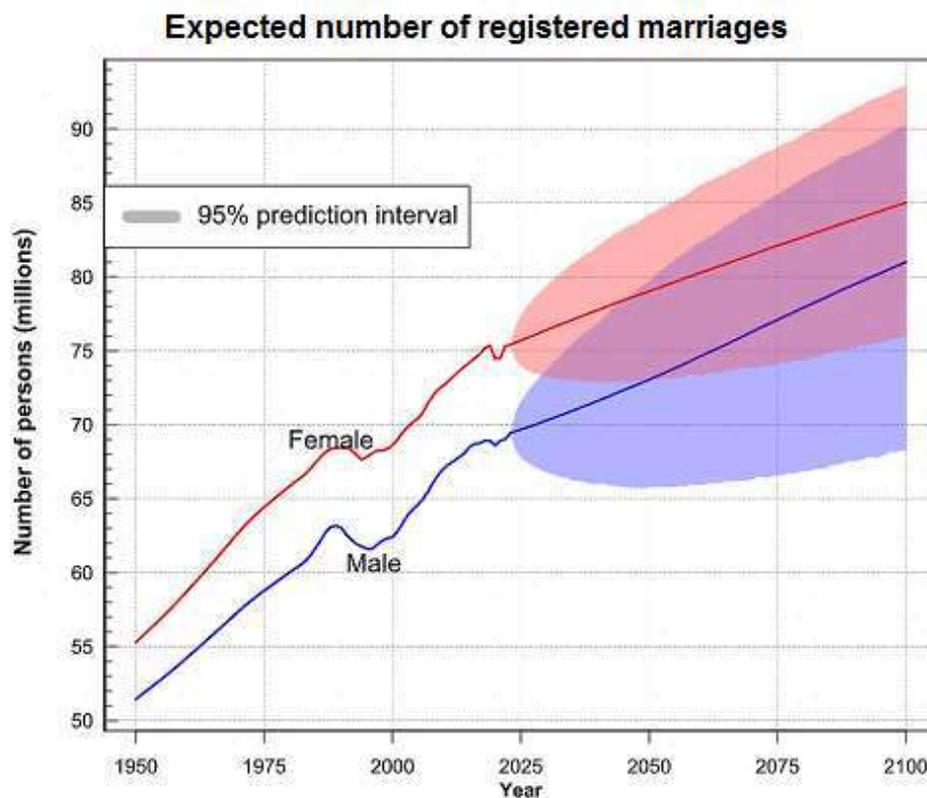


Рисунок 3.26. Количество официально оформленных союзов в Узбекистане: фактические и прогнозируемые данные, полученные с помощью модели SARIMA, с интервалом уверенности в 95%, тыс.

Анализ данных моделирования демонстрирует прогнозируемое уменьшение количества официально зарегистрированных браков [2,65,70,86,92] в период 2023-2024 годов. Однако, следует подчеркнуть высокую степень разброса этого показателя, измеряемого в тысячах, с средним значением в 23.853, минимальным - 14.204, максимальным - 36.324, при стандартном отклонении в 0.689.

Это указывает на существенную неопределенность прогноза, подтверждаемую значительным размером стандартной ошибки и, как следствие, расширенными границами 95%-ного доверительного интервала. Для месяцев март, май и июнь были зафиксированы отрицательные значения нижних границ доверительного интервала, что свидетельствует о потребности в осторожном интерпретировании данных, несмотря на качественные свойства [2,65,70,86,92] прогностической модели, и необходимости в интеграции экспертных мнений демографов для более точного анализа.

Общий анализ исходных данных выявил значительное уменьшение количества заключенных браков, примером чему служит падение на 5,1% в ноябре 2023 года по сравнению с ноябрем 2024. Конструированная модель продемонстрировала высокую чувствительность к указанным изменениям в динамике.

Демографические исследователи ассоциируют уменьшение количества заключенных и распущенных браков с тенденцией «демографической волны»: в настоящее время на порог брачного возраста ступают нумерации меньшие генерации, появившиеся на свет в 2006 году, вместе с тем возрастает процент пар, предпочитающих жить вместе без официальной регистрации своих отношений.

Анализ эффективности предсказательных качеств между моделями SARIMA и Хольта-Винтерса проведен с акцентом на демографические индикаторы. Результаты демонстрируют, что модель SARIMA эффективно отражает динамику исследуемых демографических данных.

В заключение представлено сопоставление прогностических способностей обеих моделей, рассматривая их с точки зрения стандартов качества прогнозирования. Особое внимание уделяется анализу сезонных колебаний, где SARIMA показала превосходство над моделью Хольта-Винтерса по всем анализируемым параметрам. В таблице 3.16 подробно отображены результаты сравнения на основе RMSE, MAPE и MAE для тестового сегмента выборки.

Таблица 3.15. Показатели численности зарегистрированных браков в Республике Узбекистан, рассчитанные с использованием модели SARIMA

Дата	Прогноз, тыс.	Ст. ошибка	95%-ный доверительный интервал прогноза	Сезонные приросты (к соответствующему месяцу предыдущего года)	
				тыс.	%
Ноябрь 2023	36.324	1.763	(32.832, 34.507)	34.561	-12
Декабрь 2023	29.694	1.441	(26.840, 28.209)	28.253	-8.02
Январь 2024	20.064	0.974	(18.135, 19.060)	19.090	-3.46
Февраль 2024	16.792	0.815	(15.178, 15.952)	15.977	-2.42
Март 2024	14.204	0.689	(12.839, 13.493)	13.515	-1.73
Апрель 2024	16.081	0.780	(14.535, 15.276)	15.301	-2.22
Май 2024	17.781	0.863	(16.072, 16.891)	16.918	-2.72
Июнь 2024	17.446	0.847	(15.769, 16.573)	16.599	-2.61
Июль 2024	25.091	1.218	(22.679, 23.836)	23.873	-5.4
Август 2024	30.164	1.464	(27,265, 28.655)	28.700	-7.82
Сентябрь 2024	30.923	1.501	(27,950, 29.376)	29.422	-8.21
Октябрь 2024	31.681	1.537	(28,636, 30.096)	30.144	-8.62

Таблица 3.16. Оценка эффективности прогнозирования с использованием моделей SARIMA и Holt-Winters (HW) на основе тестового сегмента данных ( $T = 20$ )<sup>17</sup>

Показатель	SARIMA			HW			Статистика Диболда-Мариано (p-значение), MSE
	RMSE	MAPE	MAE	RMSE	MAPE	MAE	
birth	3,59	0,02	2,86	5,84	0,035	4,98	S (1) = 5,26 (p-знач. = 0,0)
mort	4,58	0,026	3,88	5,56	0,032	4,88	S (1) = 5,02 (p-знач. = 0,0)
mar	9,92	0,1165	8,63	12,90	0,117	9,02	S (1) = 1,46 (p-знач. = 0,14)

Все вычисленные параметры по всем критериям демонстрируют минимальные величины для моделей SARIMA, подтверждая тем самым их высокую прогностическую эффективность.

Анализ, выполненный с применением критерия Диболда-Мариано, демонстрирует, что на уровне значимости 5% различия в прогностической способности моделей отсутствуют только для переменной *mar*, тогда как в случае переменных *birth* и *mort* преимущество следует отдать прогностическим оценкам, полученным с помощью моделей SARIMA [2,65,70,86,92].

### 3.4.1 Исследование элементов и динамики населения через применение модельных методов

В исследовании проанализированы различные случаи применения SARIMA-моделей для имитации и предсказания демографических изменений.

В ходе анализа было определено, что изучаемые демографические явления демонстрируют уникальные черты. Секция, касающаяся рождаемости, показывает, что соответствующий временной ряд обладает

<sup>17</sup> Примечание: Нулевая гипотеза в тесте Диболда-Мариано: «нет различий в прогнозах».

интеграцией второго порядка, а также выраженным сезонным колебанием, корректировку которого предлагается осуществлять через включение в модель ARIMA специфических сезонных индикаторов - дамми-переменных. В части смертности выявлена интеграция первого порядка с также ярко выраженной сезонностью. Статистика по бракосочетаниям подтверждает наличие интеграции первого порядка как для обычных, так и для сезонных колебаний.

Исследование показателей младенческой смертности с применением автокорреляции и периодического анализа не обнаружило сезонных колебаний, что совпадает с заключениями специалистов в области демографии не влиянии сезонного компонента на этот индекс в недавнем времени.

Все разработанные модели прогнозирования, основанные на методологии SARIMA, продемонстрировали свою адекватность, а полученные показатели точности прогнозов подтвердили их высокие прогностические качества. В период, когда исследование проходило этап экспертной оценки, Государственный комитет по статистике при Президенте Республики Узбекистан выпустил актуальную статистику, касающуюся изучаемых индикаторов за период с ноября 2023 года по октябрь 2024 года.

Все зарегистрированные данные статистики (рождаемость, смертность, количество зарегистрированных браков) попадают в 95%-ный доверительный интервал, кроме показателя по числу зарегистрированных браков за ноябрь 2025 года. Анализ прогнозируемых значений по сравнению с официально опубликованными сведениями предоставлен в таблице 3.17.

Чтобы оценить качество прогнозов, также приняли во внимание модели экспоненциального сглаживания Хольта-Винтерса, учитывающие сезонные колебания.

Исследование демонстрирует, что модели SARIMA превосходят по критериям качества прогнозирования [2,65,70,86,92].

Таблица 3.17. Анализ сопоставления предсказательных данных от SARIMA-моделей и официально выпущенной информации<sup>18</sup>

Дата	Birth, тыс.чел.		Mort, тыс.чел.		Mar, тыс.	
	прогноз*	опубл. данные	прогноз*	опубл. данные	прогноз*	опубл. данные
Ноябрь 2024	93.470	88.796	14.382	13.662	30.866	29.322
Декабрь 2024	91.320	86.754	14.669	13.935	31.588	30.008
Январь 2025	93.603	88.922	15.139	14.382	31.793	30.203
Февраль 2025	95.943	91.145	15.210	14.449	31.999	30.399
Март 2025	98.342	93.434	15.281	14.516	32.206	30.595
Апрель 2025	100.801	95.760	15.352	14.584	32.415	30.794
Май 2025	103.321	98.154	15.424	14.652	32.625	30.993
Июнь 2025	105.904	100.608	15.496	14.721	32.837	31.195
Июль 2025	108.552	103.124	15.568	14.789	33.050	31.397
Август 2025	111.266	105.702	15.641	14.858	33.264	31.600
Сентябрь 2025	114.048	108.345	15.714	14.928	33.480	31.806
Октябрь 2025	116.899	111.054	16.184	15.374	33.697	32.012

В перспективе представляет интерес проведение анализа стабильности рассчитанных модельных оценок, расширяя их проверку на базе долгосрочных данных для изучения влияния эффектов «долгой памяти».

Изложенный в исследовании статистический метод прогнозирования населения может служить одной из методик для анализа демографических изменений, которые в настоящее время играют ключевую роль в формулировке внутригосударственных стратегий. Этот подход особенно актуален для планирования социально-экономического развития на

<sup>18</sup> Примечание: \* – 95%-ный доверительный интервал прогноза на основе SARIMA-моделей.

национальном уровне или для конкретных регионов и имеет важное значение в контроле за выполнением демографических целей, установленных в порядках Президента.

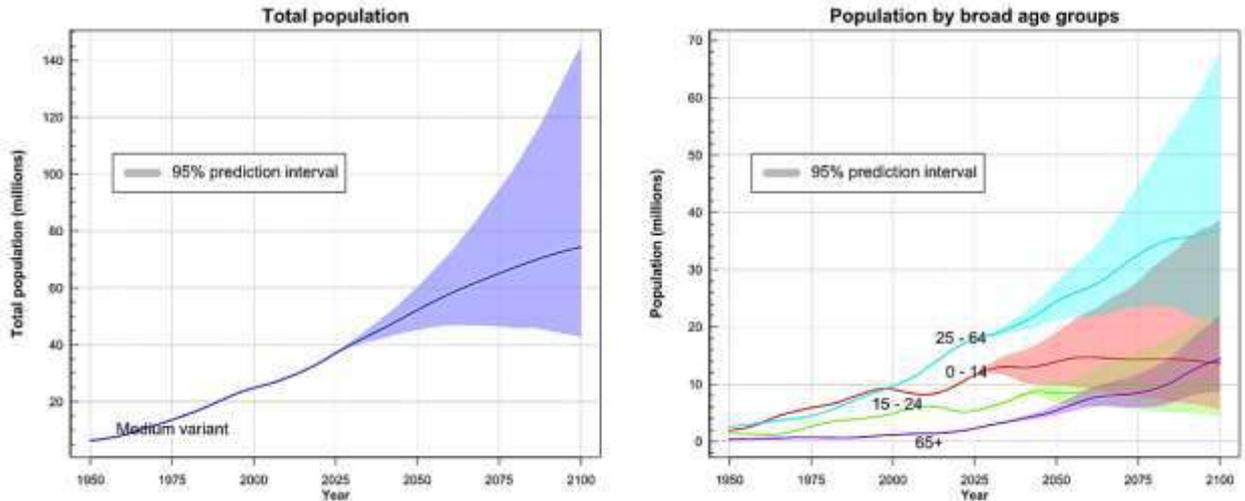


Рисунок 3.27. Демографическая структура по возрастным категориям в Узбекистане: фактические и прогнозируемые данные по SARIMA-методу с 95%-м доверительным интервалом, тыс.

Разработка данного прогноза производилась с принятием во внимание специфики текущих условий. В таком контексте предлагаемый для анализа итоговый продукт, представляющий собой демографический прогноз для Республики Узбекистан, наряду с предварительным аналитическим обзором, выделяется уникальными теоретическими и методическими подходами. Эта уникальность стала следствием нескольких обстоятельств, среди которых стоит отметить ограниченность доступа к полному объему данных о демографическом развитии страны до начала работы над прогнозом, что было вызвано затруднениями в доступе к официальной статистике о населении для экспертного сообщества за прошедшее время.

Известно, что оценки населения, даже выполненные квалифицированными методами, не способны заменить официальную статистику. Точные данные были получены благодаря сотрудничеству с

лабораториями Агентства статистики при Президенте Республики Узбекистан.

Проведенный нами аудит демонстрирует отсутствие значимого ущерба структурной целостности в наших базах данных, исключая те изменения, которые произошли вследствие упомянутых выше административных корректировок. Однако следует отметить, что не вся информация соответствует установленным на международном уровне статистическим принципам. Это особенно касается данных о демографическом составе и возрастно-половой структуре населения, поскольку они были собраны без проведения недавней всеобщей переписи населения.

Вероятно, наибольшую трудность в работе с данными вызвала реализация обновленного деления территории на урбанизированные и сельские зоны, что прямо повлияло на статистические данные по населению, изменяя его общий состав и демографическое распределение. Дополнительным фактором, затрудняющим анализ временных рядов, стал подсчет общей численности жителей после проведения целевого демографического исследования в период 2020-2024 годов.

В ответ на возникающие проблемы, временной промежуток с 2024 по 2050 год был определен как оптимальный для анализа динамики всех исследуемых нами демографических параметров, при этом оставаясь в рамках приемлемой статистической ошибки. Важно подчеркнуть, что зачастую мы обладали достаточными основаниями для утверждения о присутствии определенных тенденций в развитии населения, благодаря их значительной выраженности и стабильности.

Напоминаем, что с января 2024 года численность населения возросла на 163,5 тыс. человек, в результате чего к 1 декабря 2024 года общая населения достигла отметки в 37 516 133 человека.

Основываясь на данных проведенного исследования и ссылаясь на существующие теории, с высокой долей уверенности можно заявить, что:

- Падение общего коэффициента рождаемости прослеживается как в сельских, так и в городских районах. При этом паттерны репродуктивного поведения останутся в значительной степени неизменными, не демонстрируя кардинальных сдвигов на протяжении всего периода прогнозирования.

- Ожидается, что снижение уровня смертности способствует увеличению ожидаемой продолжительности жизни как у женщин, так и у мужчин. Этот процесс будет более выражен в городских районах по сравнению с сельскими, благодаря предполагаемому улучшенному доступу к качественным медицинским услугам для горожан.

- Количество перемещений населения в пределах страны и за её пределы значительно возрастет. Параллельно увеличится и миграционный баланс. Ожидается, что по достижении прогнозируемых миграционных показателей (в зависимости от сценария прогноза), эти значения стабилизируются.

Итоговые данные прогнозирования обосновывают предположение о том, что:

- Численность населения Республики Узбекистан ожидается в активном увеличении, прогнозируется, что к завершению 2050 года она приблизится к отметке в 45 миллионов человек.

- В будущем произойдут изменения не только в количестве жителей, но и в демографическом распределении по возрастам. Медианный возраст населения Узбекистана вырастет на восемь лет, приближаясь к отметке в 37 лет.

- Процесс старения населения в стране будет осуществляться преимущественно за счет "старения сверху", проявляющегося в увеличении числа и пропорции граждан пожилого возраста.

- Населения людей старше 60 лет возрастет на 6 миллионов, что означает, что ее объем увеличится до отметки, превышающей текущий более чем в три с половиной раза.

- Ожидается, что количество лиц пред продуктивным возрастом, то есть в возрастной категории от 0 до 17 лет, увеличится с текущих 10,9 миллиона до

примерно 11,5 миллиона человек, что представляет собой рост менее чем на 6 процентов.

- Населения лиц трудоспособного возраста, к которым относят мужчин в возрастной категории 18-59 лет и женщин в диапазоне 18-54 лет, предполагается к росту с 18,6 миллиона до 23,4 миллиона человек, что демонстрирует увеличение на 26% [23,65,70,86,92].

- Населения лиц пост трудоспособного возраста (мужчин старше 60 лет и женщин старше 55 лет) увеличится с 3,2 до 9,8 миллиона человек, что составит более чем трехкратный рост.

- Населения лиц старшего возраста, то есть тех, кому за 80 лет, продемонстрирует значительный рост. При стартовой отметке в 325 тысяч человек на начало прогнозируемого периода, к половине столетия их численность достигнет порядка 1,5 млн. Это увеличение, более чем в 4,5 раза, подчеркивает заметное превышение начальной численности.

Бесспорно, видимые трансформации оказывают существенное воздействие на ключевые аспекты общественной жизни, включая области социального сервиса, защиты населения, общественное здоровье и рыночные трудовые отношения. Кроме того, эти изменения в указанных сегментах, обусловленные демографической динамикой, демонстрируют сложные корреляции и зависимости, где условия в одной сфере могут решающим образом влиять на темпы и характер прогресса в других.

Акселерация процесса старения демографической структуры общества несомненно актуализирует задачу по обеспечению устойчивости пенсионного обеспечения, превращая ее в ключевую проблематику, требующую немедленных решений в рамках прогнозируемых демографических сдвигов. Коррекция текущего сравнительно низкого возрастного порога выхода на отдых является предположительно неотложной мерой в процессе оптимизации пенсионной системы.

Увеличение доли пожилых людей в общей структуре населения и повышение ожидаемой продолжительности жизни способствуют росту

потребности в медицинских услугах. Это обстоятельство, вместе с другими факторами, приводит к усложнению уже существующих вопросов, связанных с наращиванием финансовых издержек на обеспечение здравоохранения. Параллельно, такие демографические изменения будут имплицировать заметную трансформацию в распределении бюджетов пенсионеров и бытовых расходов их семей.

Антиципированная трансформация в демографическом составе обещает также эскалацию потребности в услугах социальной поддержки и обеспечения населения.

Демографическая группа в возрасте трудоспособности, формирующая основу потенциальных работников, продемонстрирует стабильный рост на протяжении ближайших 25 лет, одновременно испытывая процесс старения.

Продолжительный рост численности рабочей силы, сильно вероятно, будет поддержан путем повышения возрастных лимитов для выхода на пенсию. Это изменение приведет к тому, что индивиды, которые при нынешних условиях могли бы уходить на пенсию, останутся в категории экономически активного населения. Соответственно, обеспечение увеличенной потребности в рабочей силе является задачей первостепенной важности как для действующего, так и для будущих кабинетов министров Республики Узбекистан. Основные аспекты, делающие этот вопрос первоочередным, связаны, прежде всего, с объемом этого спроса и, вторым образом, с тесной взаимосвязью между развитием рынка труда и прогрессом в остальных секторах социальной структуры.

В обобщении ключевых результатов данного прогнозного анализа следует отметить, что в предстоящие 30 лет в Узбекистане предвидится значительный и динамичный прирост населения. Этот рост будет сопровождаться еще более крупными и в некотором роде небывалыми сдвигами в возрастном составе населения, многие из которых уже начали проявляться, становясь все очевиднее. Такие демографические тенденции могут привести к ряду серьезных вызовов для страны в будущем.

Следовательно, крайне важно немедленно приступить к реализации конкретных и реальных действий для решения данной проблемы. Это подразумевает тщательное изучение прогнозов и потенциальных последствий демографической ситуации в Узбекистане. Необходимо произвести детальный анализ этих последствий, а также определить стратегии для минимизации или нейтрализации возможного отрицательного воздействия. В завершение, критически важно выбрать адекватные меры и обеспечить их эффективное внедрение.

### **3.5 Основные результаты и выводы к третьей главе**

В процессе разработки демографической модели Узбекистана исследователями были идентифицированы ключевые факторы, влияющие на изменения численности населения. Среди них выделяются уровни рождаемости, смертности, динамика заключения браков, а также возрастной состав населения. Эта модель является эффективным аналитическим инструментом, обеспечивающим глубокое понимание нынешних демографических процессов и предоставляющим возможность прогнозирования будущих изменений. Это критически важно для стратегического планирования на государственном уровне.

Изучение демографических тенденций лежит в основе разработки эффективной национальной стратегии. Этот анализ целенаправленно также на решение острых вопросов, включая старение общества, дефицит рабочей силы, а также повышение жизненного уровня населения. Ключевым моментом является возможность анализа влияния множественных элементов. Сюда входят экономическое положение страны, разнообразные социальные инициативы и модификации в правовой сфере, способные вносить значимые коррективы в демографическую картину.

Исследование акцентирует на критической роли многоаспектного подхода в формировании демографических стратегий. Эта стратегия должна

включать анализ как внутренней динамики населения, так и международных тенденций, влияющих на численность и структуру населения. Для адаптации к будущим вызовам необходима дальнейшая оптимизация политического курса. Применение актуальных данных и разработка новаторских методик позволят своевременно корректировать демографическую политику и выстраивать эффективные механизмы поддержки долгосрочного социально-экономического прогресса в Республике Узбекистан.

Созданная демографическая модель выступает ключевым инструментом для исследования и предсказания изменений в структуре населения. Она облегчает процесс эффективного разработки и выполнения мероприятий национальной политики в демографической сфере. Данный методологический подход дает возможность не просто адаптироваться к текущим демографическим тенденциям, но и антиципировать будущие сдвиги, что способствует повышению уровня жизни населения и гарантирует социально-экономическую устойчивость государства.

## Заключение

В диссертационной работе был осуществлён глубокий и многоаспектный анализ демографической ситуации и её перемен, применяя методы демографического моделирования. Этот подход позволил более полно осмыслить изменения и тренды в демографии Узбекистана, что является значимым для понимания общих процессов в регионе Центральной Азии. В исследовании использована методология, предполагающая анализ разнообразных демографических данных, что способствует повышению точности прогнозов и качества аналитических выводов по демографическим изменениям.

Сбор и анализ демографических данных по Узбекистану выявили двойственность в текущей ситуации: с одной стороны, наблюдается впечатляющий рост численности населения, усиление потенциала молодежи и улучшение ряда социальных параметров, что лежит в основе перспектив для устойчивого социально-экономического развития государства. С другой стороны, такие положительные моменты сопровождаются сложностями: постепенное старение общества, активизация миграционных потоков и необходимость гарантировать достойные условия жизни для быстрорастущего числа населения являются главными задачами, требующими проработанной и многоаспектной стратегии решения.

В исследовании была разработана модель для анализа демографических изменений в Узбекистане, демонстрирующая высокую эффективность и применимость на практике. Она не просто отражает нынешние демографические тренды, но также позволяет предсказывать будущие изменения в демографии, ключевых для разработки стратегий на государственном уровне. Эти данные служат фундаментом для формулирования государственных программ и стратегий, целящихся в решении существующих демографических вызовов и усовершенствовании политики в области регулирования численности населения.

Демографии в Узбекистане определяются комплексом взаимосвязанных экономических, социальных, экологических детерминант. Эффективная модернизация методик проведения демографических изысканий является ключом к способности прогнозировать и управлять населением для гармоничного развития. Интеграция последних достижений в области информационных технологий для глубокого анализа демографических данных обещает значительное усиление этого процесса. Грамотное регулирование демографической ситуации, подкрепленное научно-обоснованными стратегиями и прогностическим моделированием, становится отправной точкой в направлении социально-экономического развития и улучшения благосостояния жителей страны.

Выполненное исследование и его результаты окажутся ценными как для академической среды, так и для органов власти, задействованных в регулировании и стратегическом управлении демографическими процессами в Республике Узбекистан. Уверенность в том, что сформулированные предложения и разработанный алгоритм внесут существенный вклад в формирование динамичной и эффективной демографической стратегии, предусматривающей устойчивое и сбалансированное развитие населения, стоит на основании тщательного анализа и исследований. Это, в свою очередь, не только повысит стандарты жизни населения, но и способствует динамичному экономическому прогрессу страны на фоне глобальных изменений.

Основные находки прогностического анализа предстоит тщательно изучить и обсудить с участием государственных структур Узбекистана, с тем чтобы обеспечить эффективное взаимодействие и координацию между различными уровнями власти в процессе адаптации к настоящим и предвидимым вызовам. Предполагается выявить специализированные государственные агентства, обладающие необходимыми полномочиями для инициирования и выполнения стратегий, направленных на адресацию выявленных вопросов. В основе оценки лежит аналитический процесс,

включающий в себя применение производных прогностических методов, таких как создание модельных прогнозов и выполнение имитационного моделирования, что предоставляет возможность глубже понять потенциальное направление социально-экономических изменений в контексте демографических сдвигов.

Предложенная методология, основывающаяся на SARIMA-модели с 95%-ной вероятностью, выделяется как особенно эффективный инструмент для формирования эффективных и перспективных стратегий, программ и политических инициатив. Это не только способствует созданию научно обоснованной базы для политических решений на государственном уровне, но и позволяет использовать результаты таких прогнозов для разработки, поддержки, исполнения и контроля за выполнением конкретных государственных мероприятий.

На завершающем этапе выполненного анализа подчеркиваю свою приверженность вкладу в реализацию выводов данного прогнозного исследования, поддерживая его расширенное применение, включая разработку последующих прогнозов, создание методологических и инструментальных проекций, а также разработку комплексных симуляционных моделей, которые будут полезны для органов власти Республики Узбекистан и других государственных институтов, ищущих партнерства в этой сфере.

**Список литературы**

1. Агентство статистики при Президенте Республики Узбекистан демографическая ситуация в Республике Узбекистан основные показатели январь-декабрь 2023 года [https://www.stat.uz/img/demografiya-press-reliz-26\\_01\\_2024-rus.pdf](https://www.stat.uz/img/demografiya-press-reliz-26_01_2024-rus.pdf)
2. Агентство статистики при Президенте Республики Узбекистан демографическая ситуация в Республике Узбекистан основные показатели январь-сентябрь 2023 года [https://stat.uz/images/uploads/reliz-2023/demografiya-press-reliz-27\\_10\\_2023-rus1122.pdf](https://stat.uz/images/uploads/reliz-2023/demografiya-press-reliz-27_10_2023-rus1122.pdf)
3. Агентство статистики при Президенте Республики Узбекистан демографическая ситуация в Республике Узбекистан основные показатели январь-март 2023 года [https://stat.uz/images/demografiya-press-reliz-27\\_04\\_2023-rus-.pdf](https://stat.uz/images/demografiya-press-reliz-27_04_2023-rus-.pdf)
4. Акрамова Г.А. Программ ЭВМ и Баз Данных в ФГБУ ФИПС (Роспатент) «Программный комплекс для анализа демографических данных на основе государственного электронного реестра», № RU2024666023 от 09.07.2024 г.
5. Антонова Н. Л. Демография: учеб. -метод. пособие / Н. Л. Антонова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 154 с. ISBN 978-5-7996-1299-3 <https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/27754/1/978-5-7996-1299-3.pdf>
6. Бакалдин Н.С. Анализ демографической ситуации в России: проблемы и пути решения. в сборнике: аграрная наука, творчество, рост. материалы VII Международной научно-практической конференции. 2017. С. 88-92 <http://elibrary.ru/item.asp?id=29915613>
7. Барышная Н.А. Практикум по этнографическому исследованию. 2024. <http://elibrary.ru/item.asp?id=65598655>
8. Беянинова Ю.В., Гусева Т.С., Захарова Н.А., Савина Л.В., Соколова Н.А., Хлистун Ю.В. Комментарий к Федеральному закону от 21 ноября 2011

г. N 323-ФЗ "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации".  
2014 г. <http://ivo.garant.ru/#/document/57569276>.

9. Берендеева А.Б., Зосимова Л.А. Основы демографии: учебное пособие /  
- 319 с. [http://ivanovo.ac.ru/upload/medialibrary/456/Osnovy\\_demografii.pdf](http://ivanovo.ac.ru/upload/medialibrary/456/Osnovy_demografii.pdf)

10. Блинов Д.С., Семелева Е.В. Учебное пособие к практическим занятиям  
по общественному здоровью и здравоохранению, экономике здравоохранения  
/ Сост.: Д.С. Блинов, Е.В. Семелева – Саранск, 2015. – 119 с.  
<https://studfile.net/preview/16857691/>

11. Бондарева А.А., Молчанова В.А. Принципы построения и  
аналитический потенциал половозрастных ПИРАМИД. В сборнике:  
Проблемы национальной экономики в цифрах статистики. 2023. С. 66-71  
<http://elibrary.ru/item.asp?id=54272138>

12. Бондаревский-Колотий В. А. Гигиенические особенности влияния  
условий труда на состояние здоровья медицинского персонала, работающего  
в условиях действия ионизирующего излучения  
<https://search.rsl.ru/ru/record/01011906974>

13. Бутейко Е.А., Осиневич Л.М. АНАЛИЗ СМЕРТНОСТИ ПО  
СУБЪЕКТАМ РФ. В сборнике: Проблемы развития современного общества.  
2020. С. 90-93 <http://elibrary.ru/item.asp?id=42384090>

14. Бяшарова А.Р., Карабаева Г.Ш., Ашурзода Л.М., Таджиева Д.Р.,  
Латыпова Р.М., Актуальные вопросы международной миграции в Узбекистане  
журнал "Вестник Алтайской академии экономики и права", N 5 (часть 1), май  
2023 г. <https://base.garant.ru/480902177/>

15. Вайсман Д.Ш. Совершенствование системы информационного  
обеспечения оценки и анализа смертности населения на уровне субъекта  
Российской Федерации: диссертация ... доктора медицинских наук : 14.02.03  
Москва 2015  
<http://dlib.rsl.ru/rsl01005000000/rsl01005099000/rsl01005099753/rsl01005099753.pdf>

16. Валентей Д.И Демографический энциклопедический словарь 2024-05-27 04:19:10.208240 <https://djvu.online/file/NpeAR7XXx6Z1z>
17. Варламова С. Н., Носкова А. В., Седова Н. Н. Дети в жизненных установках россиян / С. Н. Варламова, А. В. Носкова, Н. Н. Седова // СОЦИС [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28837/1/978-5-7996-1299-3\\_2014.pdf#3](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28837/1/978-5-7996-1299-3_2014.pdf#3)
18. Васильев Д.А. Развитие комплексного жилищного строительства на селе в условиях экономики Узбекистана. 2017. С. 408-412 <http://elibrary.ru/item.asp?id=29961110>
19. Вафин Э. Я. Развитие методологии прогнозирования ресурсного потенциала государственной системы услуг пенсионного обеспечения <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01013224833>
20. Войку И. П. Демография: конспект лекций. — Псков: Псковский государственный университет, 2013. — 124 с. ISBN 978-5-91116-228-3 [http://voiku.ru/upload/files/2013-12-19\\_17-03-47\\_7116174991.pdf](http://voiku.ru/upload/files/2013-12-19_17-03-47_7116174991.pdf)
21. Войку И.П. Демография. Конспект лекций для студентов экономических специальностей всех форм обучения / Псков, 2013.
22. Волгин Н. А. Демография: учебник / под общ. ред. Н. А. Волгина. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - Москва: Изд-во РАГС, 2007. - 439 с. : ил., табл.; 21 см. - (Учебники Российской академии государственной службы при Президенте Российской Федерации / Российская акад. гос. службы при Президенте Российской Федерации).; ISBN 978-5-7729-0293-6 (В пер.) <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01003345277>
23. Воробьева О. Д. Практикум по статистике населения и демографии [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Статистика" и другим экономическим специальностям / [О. Д. Воробьева и др.]; под ред. О. Д. Воробьевой. - Москва: Финансы и статистика, 2011. - 270, [1] с.: табл.; 22 см.; ISBN 978-5-279-03103-0 <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01004863452>

24. Воробьева О.Д., Багат А.В, Долбик-Воробей Т.А, Киселева Г.П. "Практикум по статистике населения и демографии [Электронный ресурс] : учеб. пособие/О.Д. Воробьева, А.В. Багат, Т.А. Долбик-Воробей, Г.П. Киселева; под ред. О.Д. Воробьевой. - М.: Финансы и статистика, 2011." <https://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785279031030-SCN0000.html>
25. Воронина Н.В. Гигиеническое обоснование рационализации питания военнослужащих Республики Узбекистан в мирное время [http://diss.natlib.uz/ru-RU/ResearchWork/\\_Details?id=107723](http://diss.natlib.uz/ru-RU/ResearchWork/_Details?id=107723)
26. Врублевский Ю.В УМК по учебной дисциплине Основы Демографии <https://elib.bspu.by/bitstream/doc/47021/1/%D0%A3%D0%9C%D0%9A%20%D0%94%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F.pdf>
27. Ганькин А. Н. Гигиеническая оценка многокомпонентного загрязнения воздушной среды учебных помещений по критериям риска для здоровья учащихся <http://dep.nlb.by/jspui/handle/nlb/49924>
28. Георгиева Е. Н. Физическое развитие и психоэмоциональное состояние подростков и лиц молодого возраста с синдромом дисплазии соединительной ткани сердца ГОУВПО "Ставропольская государственная медицинская академия". - Ставрополь, 2009. - 141 с. <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01004309183>
29. Гончарова Н.В. Социальная демография. Учебное пособие для студентов-бакалавров, обучающихся по направлениям 42.03.01 «Реклама и связи с общественностью», 39.03.03 «Организация работы с молодежью», 39.03.01 «Социология» / Ульяновский государственный университет. Ульяновск, 2021. <http://elibrary.ru/item.asp?id=46534630>
30. Государственный Комитет Республики Узбекистан По Статистике Демографическая Ситуация В Республике Узбекистан январь-июнь 2022 года [https://www.stat.uz/images/uploads/reliz2021/demografiya\\_iyun\\_ru\\_25\\_04\\_22\\_22.pdf](https://www.stat.uz/images/uploads/reliz2021/demografiya_iyun_ru_25_04_22_22.pdf)
31. Грабельных Т. И., Аргучинцев А. В. Сборник научных трудов подготовлен в рамках мероприятий, посвященных 100-летию органов ЗАГС

России Социально-демографические процессы в XXI веке: кризис, вызовы, стратегии безопасности: сб. науч. тр. / ФГБОУ ВО «ИГУ» ; Служба ЗАГС Иркутской области ; науч. ред.: Т. И. Грабельных, А. В. Аргучинцев. - Иркутск: ООО Оперативная типография «На Чехова», 2017. - 330 с. ISBN 978-5-98839-110-4 <https://socio1.isu.ru/export/sites/socio/ru/sociolab/.galleries/docs/Sbornik-16.03.2017-.pdf>

32. Демография: учебник и практикум для вузов / М. В. Карманов [и др.]; под общей редакцией М. В. Карманова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 327 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16008-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536475> (дата обращения: 28.11.2024).

33. Демография: [учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 040100 "Социология"] <https://elibrary.ru/item.asp%3Fid%3D23364891>

34. Диагноз в стоматологической практике. 2024. <http://elibrary.ru/item.asp?id=68573667>

35. Долбик-Воробей Т.А., Воробьева О.Д. Статистика населения и демография + eПриложение: тесты: учебник / Т.А. Долбик-Воробей, О.Д. Воробьева. — Москва: КНОРУС, 2018. — 314 с. — (Магистратура). ISBN 978-5-406-06442-9

[https://mgimo.ru/upload/iblock/34d/15181\\_DolbikVOROBHEY\\_%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%83%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%83%D1%82%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B6%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20\(1\).pdf?utm\\_source=users.antiplagiat.ru&utm\\_medium=referral&utm\\_campaign=users.antiplagiat.ru&utm\\_referrer=users.antiplagiat.ru](https://mgimo.ru/upload/iblock/34d/15181_DolbikVOROBHEY_%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%83%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%83%D1%82%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B6%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20(1).pdf?utm_source=users.antiplagiat.ru&utm_medium=referral&utm_campaign=users.antiplagiat.ru&utm_referrer=users.antiplagiat.ru)

36. Ибрагимова Клинико-патогенетические особенности течения, лечения и профилактики кожного зуда в условиях наличия коморбидных патологий 138 с [http://diss.natlib.uz/ru-RU/ResearchWork/\\_Details?id=106085](http://diss.natlib.uz/ru-RU/ResearchWork/_Details?id=106085)

37. Иванов В.А., Миненкова Г.С., Шатохина Е.С. Основные понятия и задачи социальной медицины. Показатели общественного и индивидуального

здоровья. Классификация болезней. Учебно-методическое пособие / Курск, 2016. <https://users.antiplagiat.ru/report/full/25?v=1&c=1>

38. Ивлева Л. А. Медико-социальные аспекты осложнений беременности и родов и пути их профилактики в современных условиях: дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук : Код спец. 14.00.33 / Ивлева Л. А. — 2004 г. Шифр: Д2004-1035 <https://emll.ru/request>

39. Карманов М. В. Демография: учебник и практикум для вузов / М. В. Карманов [и др.]; под общей редакцией М. В. Карманова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 327 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16008-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536475> (дата обращения: 28.11.2024).

40. Качагина О.В. Основы демографии: основы теории и практические задания: Учебное пособие. — Ульяновск: УлГУ, 2016. — 129 с. [https://www.ulsu.ru/media/documents/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B\\_%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%B8\\_%D0%9F%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9.pdf](https://www.ulsu.ru/media/documents/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B_%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%B8_%D0%9F%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9.pdf)

41. Качагина О.В. Основы демографии: основы теории и практические задания: Учебное пособие. — Ульяновск: УлГУ, 2016. — 129 с. [https://www.ulsu.ru/media/documents/%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5\\_%D0%9A%D0%B0%D1%87%D0%B0%D0%B3%D0%B8%D0%BD%D0%B0\\_%D0%9E.%D0%92.\\_%D0%9E%D0%A1%D0%9D%D0%9E%D0%92%D0%AB\\_%D0%94%D0%95%D0%9C%D0%9E%D0%93%D0%A0%D0%90%D0%A4%D0%98%D0%98.pdf](https://www.ulsu.ru/media/documents/%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5_%D0%9A%D0%B0%D1%87%D0%B0%D0%B3%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%9E.%D0%92._%D0%9E%D0%A1%D0%9D%D0%9E%D0%92%D0%AB_%D0%94%D0%95%D0%9C%D0%9E%D0%93%D0%A0%D0%90%D0%A4%D0%98%D0%98.pdf)

42. Квитчук М.А., Шумилин О.В. Лекция 1. Основы демографии. Спб, 2011. С. 93-107 <http://elibrary.ru/item.asp?id=25320482>

43. Колядо И.Б., Плугин С.В., Горбачев В.Н. результаты медицинского обследования 2019. № 26. С. 84-97

[https://www.elibrary.ru/ip\\_restricted.asp?rpage=https%3A%2F%2Fwww%2Eelibrary%2Eru%2Fitem%2Easp%3Fid%3D42428756](https://www.elibrary.ru/ip_restricted.asp?rpage=https%3A%2F%2Fwww%2Eelibrary%2Eru%2Fitem%2Easp%3Fid%3D42428756)

44. Корнюшина Т.А., Писарев В.Н. Условия труда как важный фактор качества жизни работающих. Уровень жизни населения регионов России. 2010. № 2. С. 68-75 <https://users.antiplagiat.ru/report/full/25?v=1&c=1>

45. Кравцов В.Ю., Соловьев А.И., Иванов И.А. Генетические исследования в стандартах оказания медицинской помощи. Вестник Российской военно-медицинской академии. 2018. № 1 (61). С. 190-194 <http://elibrary.ru/item.asp?id=32855543>.

46. Кулак А. Г. Здоровье, статистический анализ, население, демографические процессы, показатели, статистическое моделирование, 311.2:614(476) (043.3), 08.00.12 <https://users.antiplagiat.ru/report/full/25?v=1&c=1&page=2>

47. Ларченко А.В. Методики статистической оценки и анализа репродуктивного здоровья с использованием выборочных наблюдений <http://dep.nlb.by/jspui/handle/nlb/46031>

48. Легостаева Т. Б. Нестабильность генома как критерий выбора генотоксикантов, приоритетных для гигиенической регламентации в атмосферном воздухе: диссертация ... кандидата биологических наук: 14.02.01 / Легостаева Татьяна Борисовна; [Место защиты: Науч.-исслед. ин-т экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина РАМН]. - Москва, 2010. - 197 с.: ил. <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01004731260>

49. Лисицын Ю. П., Полунина Н. В., Полунина, К. А. Социальная гигиена (медицина) и организация здравоохранения: Учеб. руководство / Авт. коллектив: Ю. П. Лисицын, Н. В. Полунина, К. А. Отдельнова и др. — 2000 г. Шифр: Б2-1571 <http://emll.ru/find?iddb=17&ID=RUCML-BIBL-0001442675>.

50. Лисицын Ю. П., Улумбекова Г. Э. Общественное здоровье и здравоохранение: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальностям 060101.65 "Лечебное дело", 060103.65 "Педиатрия", 060104.65 "Медико-

профилактическое дело", 060105.65 "Стоматология" по дисциплине "Общественное здоровье и здравоохранение" / Ю. П. Лисицын, Г. Э. Улумбекова. — 3-е изд., перераб. и доп. — 2013 г. — (Учебник). Шифр: Б2-7388 <http://emll.ru/find?iddb=17&ID=RUCML-BIBL-0001436698>.

51. Лысенко С.Н. Демография [Текст]: учебно-практическое пособие / С. Н. Лысенко. - Москва: Вузовский учеб.: Инфра-М, 2010. - 111, [1] с.: ил., табл.; 21 см. - (Вузовский учебник: ВУ).; ISBN 978-5-9558-0153-7 (Вузовский учеб.) <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01004746203>

52. М. В. Рыбкина Демография: учебное пособие / сост. М. В. Рыбкина. – Ульяновск: УлГТУ, 2021. – 146 с. ISBN 978-5-9795-2130-5 <https://lib.ulstu.ru/venec/disk/2021/79.pdf>

53. Максимова, М. В. Перечень классов МКБ-10 «Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем» <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=71591>

54. Малафеев О.А., Акрамова Г.А. III Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Брянского государственного инженерно-технологического университета, «Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты», 26-27 ноября 2020 г., Брянск, Россия, стр. 593-596, Демографическая призма социального развития, 3 стр.

55. Малафеев О.А., Акрамова Г.А. IV Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Современные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук», 25 январь 2021 г., Брянск, Россия, стр. 54-67, Демографическая ситуация в стране, ее влияние на экономику, 7 стр.

56. Малафеев О.А., Акрамова Г.А. Журнал «Перспективы науки», Выпуск №2 (173) 2024, ISSN 2077-6810, Россия, Рождаемость и прирост населения от матричной модели популяции, стр 29-32

57. Малафеев О.А., Акрамова Г.А. Журнал «Перспективы науки», Выпуск №3 (174) 2024, ISSN 2077-6810, Россия, Репродуктивная ценность из матрицы модели, стр. 18-21

58. Малафеев О.А., Акрамова Г.А. Международный журнал гуманитарных и естественных наук, статьи в журнале №12-4 2023 г, ISSN 2500-1000, Россия, Model of active interaction between internet providers in the context of a multi-agent environment, стр. 124-129, DOI:10.24412/2500-1000-2023-12-4-124-128

59. Малафеев О.А., Акрамова Г.А. Международный журнала «Научный аспект», №12-2023 том 32, номер 12/23-19-056, ISSN 2226-5694, Россия, Dynamic model of competitive interaction of firms with taxation in the market, стр. 4072-4080

60. Малафеев О.А., Акрамова Г.А. Проблемы автоматизированных технологий обучения, Самарский университет международная научно-техническая конференция «Перспективные информационные технологии» ПИТ-2021, 24 – 27 мая 2021 г. Самара, Россия, Demographic prism of social development, стр. 3-5

61. Малафеев О.А., Акрамова Г.А. Проблемы автоматизированных технологий обучения, Самарский университет международная научно-техническая конференция «Перспективные информационные технологии» ПИТ-2021, 24 – 27 мая 2021 г. Самара, Россия, Demographic situation in the country, its impact on the economy, стр. 5-11

62. Матвеева Е. С. Медико-социальная характеристика здоровья детей школьного возраста и совершенствование профилактической работы в условиях общеобразовательного учреждения Гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Южно-Урал. гос. мед. ун-т" М-ва здравоохранения Рос. Федерации. — Москва, 2014. — 209 с.: ил., табл.; 31. — Фондодержатель ЦНМБ. <http://emll.ru/find?iddb=17&ID=RUCML-BIBL-0001415168>.

63. Медков В. М. Введение в демографию: учебник для студентов социальных и гуманитарных факультетов и вузов / В. М. Медков; Московский гос. ун-т, Социологический фак. - Москва: Академический Проект, 2006. - 429, [2] с.: ил., табл.; 22 см. - (Учебник для вузов) (Gaudeamus); ISBN 5882918052786 <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01007572924>

64. Медков В. М. Демография: Учебник ИНФРА-М 2009 ISBN: 5-16-002084-5 [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=44967](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=44967)
65. Межидов К. С. Физическое развитие и состояние здоровья школьников <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01005092926>
66. Мигунова О. В. Медико-социальные и эпидемиологические аспекты смертности населения среди старших возрастных групп в Омской области: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук: код специальности 14.02.03 - общественное здоровье и здравоохранение / Мигунова Ольга Валерьевна. — 2011 г. Шифр: Д2011-1776 <https://emll.ru/request>
67. Мошков В.Б., Л.А. Клименкова, А.З. Гасанов Демография: Учебное пособие. – Химки: АГЗ МЧС России, 2012. – 316 с.
68. Николаев Ю.А., Митрофанов И.М., Поспелова Т.И., Долгова Н.А., Поляков В.Я. Особенности полиморбидности в современной клинике внутренних болезней. Сибирский научный медицинский журнал. 2014. Т. 34. № 2. С. 44-49 <http://elibrary.ru/item.asp?id=21976735>.
69. Новоселова С.В., Денисенко М.Б. ОСНОВЫ ДЕМОГРАФИИ Пособие Минск «АЛЬТИОРА - ЖИВЫЕ КРАСКИ» 2012 <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/folder/xl67t29ycm/direct/69628575>
70. Овчаров В. К., канд. Максимова М. В. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем; 10-й пересмотр [https://mkb10.su/download/mkb10\\_1\\_1.pdf](https://mkb10.su/download/mkb10_1_1.pdf)
71. Пивоварова Г.М., Далинкина Д.В. сравнительный анализ младенческой смертности в российской федерации и северо-западном федеральном округе. в сборнике: профилактическая медицина - 2018. сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2018. С. 210-215 <https://users.antiplagiat.ru/report/full/25?v=1&c=1&page=58#:~:text=http%3A//elibrary.ru/item.asp%3Fid%3D41253004>

72. Практикум по дисциплине «Демография» Среднегодовой темп прироста (Tr) <https://studfile.net/preview/9717338/page:2/>

73. Протопопова А. И., Гоголев Н. М., Лоскутова К. С., Маркова М. Н. Особенности формулировки клинического диагноза в хирургической практике: учебное пособие / А. И. Протопопова, Н. М. Гоголев, К. С. Лоскутова, М. Н. Маркова; Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, Медицинский институт, Кафедра хирургических болезней и стоматологии. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2017. – 114 с.: табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=472766> (дата обращения: 28.11.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-9376-6. – DOI 10.23681/472766.

74. Рахимов Баходир Бахтиёр угли Совершенствование профилактики ожирения у детей и подростков Дис-18/2017-176 с [http://diss.natlib.uz/ru-RU/ResearchWork/\\_Details?id=101812](http://diss.natlib.uz/ru-RU/ResearchWork/_Details?id=101812)

75. Рябова Т. М. Заболеваемость детей грудного возраста и пути ее снижения на примере респираторной патологии <http://dep.nlb.by/jspui/handle/nlb/24777>

76. Служба государственной статистики, 2013 При использовании материалов Энциклопедии статистических «Демографическая и социальная статистика» [https://rosstat.gov.ru/storage/subblock/subblock\\_document/2018-08/20/09\\_tom5.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/subblock/subblock_document/2018-08/20/09_tom5.pdf)

77. Современные тенденции воспроизводства населения Курганской области. Учебно-методическое пособие / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Курганский государственный университет. Курган, 2019. <http://elibrary.ru/item.asp?id=41727902>

78. Соловьева Е. А. Методические аспекты мониторинга социально-экономических факторов развития услуг медицинских осмотров в сфере здравоохранения Кисловодск, 2014. - 198 с <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01007527995>

79. Сухих Г.Т. Способ приготовления клеточного трансплантата из фетальных тканей <https://poleznayamodel.ru/patent/216/2160112.html>

80. Узбекистан. В книге: Евразийская стратегия противодействия национализму. Аналитический доклад. Уфа, 2023. С. 129-166 <http://elibrary.ru/item.asp?id=54295274>

81. Феодосиади О. С. Физическое развитие и мониторинг состояния здоровья сельских школьников ГОУВПО "Ставропольская государственная медицинская академия" - Ставрополь, 2006. - 136 с. <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01004059619>

82. Харченко, Л. П. Демография: учебное пособие / Л. П. Харченко. — 4-е изд., перераб. — Москва: Омега-Л, 2011. — 372 с. — ISBN 978-5-370-02068-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5520> (дата обращения: 28.11.2024).

83. Чистова Е.В. Статистический анализ численности и состава социально-экономических групп населения [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/55771/1/8udf2\\_098.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/55771/1/8udf2_098.pdf)

84. Шарков Ф. И. Социология теории и методы: [учебник для вузов] / Ф. И. Шарков. - Москва: Академический Проект, 2014. - 427 с.: цв. ил.; 22 см. - (Gaudeamus).; ISBN 978-5-8291-1692-7 <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01007573155>

85. 978-5-7996-1299-3\_2014.pdf (2/5) [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28837/1/978-5-7996-1299-3\\_2014.pdf#2](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28837/1/978-5-7996-1299-3_2014.pdf#2)

86. 9839-###default. genres. article###-16128-1-10-20191107.pdf

87. Daily Media Численность постоянного населения Узбекистана 26/01/2024 <https://www.uzdaily.uz/ru/post/83137/>

88. <https://demografiya.uz/uz/maqsad-va-vazifalarimiz/>

89. [https://moodle.kstu.ru/pluginfile.php/278108/mod\\_resource/content/1/%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%B8%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D1%8B%20%28](https://moodle.kstu.ru/pluginfile.php/278108/mod_resource/content/1/%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%B8%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D1%8B%20%28)

%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BA%20%D0%B2%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%B0%D0%BC%29.docx

90. <https://uzbekistan.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/Population%20forecast%202018-2050.pdf>

91. <https://www.stat.uz/ru/ob-agenstve/overview>

92. Statistics Agency Under the President of the Republic of Uzbekistan Demographic Situation in The Republic of Uzbekistan. Main Indicators January - March 2024 <https://stat.uz/en/283-information-service>

93. Statistics Agency Under the President Of The Republic Of Uzbekistan Demographic Situation In The Republic Of Uzbekistan January-June 2024 [https://stat.uz/img/demografiya-press-reliz-22\\_07\\_2024-english-\\_p27562.pdf](https://stat.uz/img/demografiya-press-reliz-22_07_2024-english-_p27562.pdf)

94. Vincenzo Della Mea, Mihai Horia Popescu, Kevin Roitero Underlying Cause of Death Identification from Death Certificates via Categorical Embeddings and Convolutional Neural Networks <https://ieeexplore.ieee.org/document/9374316/authors>

95. Wolfgang Lutz, Sergei Scherbov and Andrei Volkov DEMOGRAPHIC TRENDS AND PATTERNS IN THE SOVIET UNION BEFORE 1991 [http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/45232/1/165.Wolfgang\\_Lutz%20sergi%20scherbou%20and%20andrei%20volkov.pdf](http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/45232/1/165.Wolfgang_Lutz%20sergi%20scherbou%20and%20andrei%20volkov.pdf)

## Приложение



### АКТ ВНЕДРЕНИЯ

#### О внедрении научных и практических результатов научного исследования

Настоящим актом подтверждается, что результаты диссертационной работы Акрамовой Гулёры Абдихаликовны на тему «Анализ демографических систем и процессов на основе их моделирования»

(наименование темы № (ос. регистрации))

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации», выполненной в Санкт-Петербургском государственном университете СПбГУ приняты к внедрению на государственном учреждении «Управление Статистики Ферганской области»

(наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

1. Вид внедренных результатов: Анализа демографических данных на основе государственного электронного реестра

(используемая техника, работы, технологии, функционирование систем)

2. Характеристика масштаба внедрения: единичное

(уникальное, единичное, партия, массовое, серийное)

3. Форма внедрения: Программный комплекс для анализа демографических данных на основе государственного электронного реестра

4. Новизна результатов научно-исследовательских работ:

1. Разработан демографический паспорт регионов (районов и городов) Республики Узбекистан.

2. Методика направлена на повышение эффективности процессов, включает в себя рождаемость, смертность, миграцию, эмиграцию и другие факторы, влияющие на демографическое развитие общества.

3. Разработан алгоритм и методика глубокого анализа процессов, позволяющие прогнозировать демографическую ситуацию в стране, определять потребности общества в различных сферах и разрабатывать соответствующие меры государственной политики для обеспечения устойчивого развития нации.

4. Разработать программную реализацию созданной прикладной модели демографических процессов.

5. Внедрены:

– в проектные работы комплекс для анализа демографических данных на основе государственного электронного реестра для «Управление Статистики Ферганской области»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2024666023

**Программный комплекс для анализа демографических  
данных на основе государственного электронного  
реестра**

Правообладатель: *Акрамова Гулёра Абдихаликовна (UZ)*

Автор(ы): *Акрамова Гулёра Абдихаликовна (UZ)*



Заявка № 2024664114

Дата поступления **20 июня 2024 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ **09 июля 2024 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

Электронный документ подписан электронной подписью  
Сертификат 4026550361205354646900307504467  
Владимир Зубов  
Действителен с 2011 по 02.08.2028

*Ю.С. Зубов*

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



RU2024666023

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
**ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ**

Номер регистрации (свидетельства):  
2024666023

Дата регистрации: 09.07.2024

Номер и дата поступления заявки:  
2024664114 20.06.2024

Дата публикации и номер бюллетеня:  
09.07.2024 Бюл. № 7

Контактные реквизиты:

Бондарева Ольга Владимировна,  
olga@ezybrand.ru, 140207, г. Воскресенск,  
а/я 207

Автор(ы):

Акратова Гулыора Абдикаликовна (UZ)

Правообладатель(и):

Акратова Гулыора Абдикаликовна (UZ)

Название программы для ЭВМ:

Программный комплекс для анализа демографических данных на основе государственного электронного реестра

**Реферат:**

Программный комплекс предназначен для автоматизации процессов сбора, обработки, анализа и визуализации демографических данных. Он предоставляет пользователям удобный интерфейс для работы с данными, а также мощные аналитические инструменты для глубокого исследования демографических тенденций и взаимосвязей. Область применения: основными целями работы являются демографическое планирование комплекса, помощь государственным органам разрабатывать и корректировать программы демографической политики, прогнозировать численность населения, возрастную структуру и другие показатели. Функциональные возможности: комплекс состоит из файлов в форматах CSV, Excel, XML, JSON для поддержки импортирования данных, а также для прямого подключения к базам данных и API государственных реестров. Тип ЭВМ: любая, предоставляющая возможность работы с браузером в интернет; ОС: Windows, Linux, Mac.

**Язык программирования:** Jupyter Notebook 7.1.3., Python 3.8.5

**Объем программы для ЭВМ:** 4151071744 Б