**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ**

**Кафедра математического моделирования и анализа данных**

БОРОХОВСКИЙ

Андрей Владимирович

**Индикаторы по опросным данным и их применение для эконометрического анализа и моделирования базовых экономических показателей отраслей и экономики в целом**

Дипломная работа

Научный руководитель:

кандидат физико-математических

наук, доцент

Малюгин Владимир Ильич

Допущена к защите

«\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 г.

Зав. кафедрой математического

моделирования и анализа данных

кандидат физико-математических наук,

доцент И.А. Бодягин

Минск, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

[РЕФЕРАТ 4](#_Toc72998939)

[ВВЕДЕНИЕ 7](#_Toc72998940)

[ГЛАВА 1 МЕТОДИКА И АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНДЕКСОВ ПО ОПРОСНЫМ РЯДАМ 9](#_Toc72998941)

[1.1 Описание опросных данных, используемых в исследовании 9](#_Toc72998942)

[1.1.1 Балансы ответов 9](#_Toc72998943)

[1.1.2 Базовые экономические индикаторы 10](#_Toc72998944)

[1.2 Методики построения отраслевых индексов и сводного индекса для экономики в целом 12](#_Toc72998945)

[1.2.1 Предлагаемая методика построения отраслевых индексов доверия (ИД) и индекса экономических настроений (ИЭН) 12](#_Toc72998946)

[1.2.2 Методика построения отраслевых ИЭН (ОИЭН) и сводного ИЭН (СИЭН), используемая в НБ РБ 14](#_Toc72998947)

[1.3 Результаты сезонной корректировки временных рядов 16](#_Toc72998948)

[1.3.1 Сезонная корректировка временных рядов ИД и ИЭН 16](#_Toc72998949)

[1.3.2 Сезонная корректировка рядов при расчёте ОИЭН и СИЭН 16](#_Toc72998950)

[1.3.3 Сезонная корректировка временных рядов базовых экономических индикаторов для отраслей и экономики в целом 18](#_Toc72998951)

[ГЛАВА 2 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЦИКЛОВ БАЗОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ И СТАТИСТИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ ПО ОПРОСНЫМ ДАННЫМ 19](#_Toc72998952)

[2.1 Описание инструментальных средств, используемых для проведения исследований 19](#_Toc72998953)

[2.2 Результаты исследований 19](#_Toc72998954)

[2.2.1 Сравнительный анализ циклов базовых и статистических индикаторов для отраслей 20](#_Toc72998955)

[2.2.2 Сравнительный анализ циклов реального ВВП и статистических индикаторов для экономики в целом 24](#_Toc72998956)

[ГЛАВА 3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЕРЕЖАЮЩИХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ В ПРЕДИКТИВНЫХ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ДЛЯ БАЗОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ 26](#_Toc72998957)

[3.1 Цели эконометрического моделирования и виды рассматриваемых моделей 26](#_Toc72998958)

[3.2 Исследование типа моделей рассматриваемых временных рядов 26](#_Toc72998959)

[3.2.1 Описание используемых временных рядов 26](#_Toc72998960)

[3.2.2 Описание используемых при анализе тестов 29](#_Toc72998961)

[3.2.3 Тестирование рассматриваемых временных рядов 30](#_Toc72998962)

[3.3 Исследование наличия коинтеграции используемых временных рядов для ВЭД и экономики в целом 31](#_Toc72998963)

[3.4 Модель коррекции ошибок для временных рядов базовых экономических индикаторов строительства и транспорта 36](#_Toc72998964)

[3.5 Модели с марковскими переключениями состояний для временных рядов базовых экономических индикаторов видов экономической деятельности и экономики в целом 42](#_Toc72998965)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 56](#_Toc72998966)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 57](#_Toc72998967)

[ПРИЛОЖЕНИЯ 59](#_Toc72998968)

# РЕФЕРАТ

Бороховский А. В. Индикаторы по опросным данным и их применение для эконометрического анализа и моделирования базовых экономических показателей отраслей и экономики в целом: Дипломная работа / Минск: БГУ, 2021. – 62 с.

На основании опросных данных топ-менеджмента предприятий отраслей, выделенных как укрупненные виды экономической деятельности, строятся опережающие экономические показатели, осуществляется экспериментальный анализ зависимости между ними и базовыми экономическими показателями, оцениваются предиктивные способности опережающих показателей и создаются экономические индикаторы. На их множестве строятся модели для моделирования и предсказания динамики в отраслях и экономике.

Дипломная работа, 62 с., 70 рис., 9 источников.

Ключевые слова: ВВП, экономические индикаторы, модели коррекции ошибок, модели с марковскими переключениями состояний.

Объектом исследования является экономическая система Республики Беларусь.

Цель работы — разработка эконометрических моделей для базовых экономических индикаторов основных отраслей белорусской экономики, использующих статистические индикаторы по опросным данным, а также оценке опережающего характера циклов статистических индикаторов относительно базовых экономических индикаторов для отраслей и экономики в целом.

В результате исследования были построены и оценены модели коррекции ошибок и модели с марковскими переключениями состояний, включающие опережающие индикаторы.

Методы исследования — эконометрический анализ, статистический анализ.

Область применения – экономика, финансы.

**РЭФЕРАТ**

Барахоўскі А. У. Індыкатары па апытальных дадзеных і іх прымяненне для эканаметрычнага аналізу і мадэлявання базавых эканамічных паказчыкаў галін і эканоміцы ў цэлым: Дыпломная работа / Мінск: БДУ,2021. – 62 с.

На падставе дадзеных апытання топ-менеджменту прадпрыемстваў галін, выдзеленых як ўзбуйнёныя віды эканамічный дзейнасці, будуюцца апераджальныя эканамічныя паказчыкі, ажыцяўляецца эксперыментальны аналіз залежнасці паміж імі і базавымі эканамічнымі паказчыкамі, ацэньваюцца прэдыктыўныя здольнасці аперажальных паказчыкаў і ствараюцца эканамічныя індыкатары. На іх мностве будуюцца мадэлі для мадэлявання і прадказання дынамікі ў галінах і эканоміцы.

Дыпломная работа, 62 с., 70 мал., 9 крыніц.

Ключавыя словы: ВУП, эканамічныя індыкатары, мадэлі карэкцыі памылак, мадэлі з маркаўскімі пераключэннямі станаў.

Аб’ектам даследавання з’яўляецца эканамічная сістэма Рэспублікі Беларусь.

Мэта працы — распрацоўка эканаметрычных мадэляў для базавых эканамічных індыкатараў асноўных галін беларускай эканоміцы, якія выкарыстоўваюць статыстычныя індыкатары па апытальных дадзеных, а таксама ацэнцы апераджальнага характару цыклаў статыстычных індыкатараў адносна базавых эканамічных індыкатараў для галін і эканоміцы ў цэлым.

У выніку даследавання былі пабудаваны і ацэнены мадэлі карэкцыі памылак і мадэлі з маркаўскімі пераключэннямі станаў, якія ўключаюць індыкатары.

Метады даследавання — эканаметрычны аналіз, статытстычны аналіз.

Вобласць прымянення — эканоміка, фінансы.

**ESSAY**

Barakhouski A. Indicators based on survey data and their application for econometric analysis and modeling of basic economic indicators of industries and the whole economy: Thesis / Minsk: BSU, 2021. - 62 p

Based on the survey data of the top management of enterprises in the industries identified as consolidated types of economic activity, leading economic indicators are built, an experimental analysis of the relationship between them and basic economic indicators is carried out, their predictive abilities are estimated and economic indicators are created. On their set, models are built for modeling and predicting dynamics in industries and the economy.

Thesis, 62 p., 70 figures, 9 sources.

Key words: GDP, economic indicators, error correction models, models with Markov state switching.

The object of the research is the economic system of the Republic of Belarus.

The purpose of this work is to develop econometric models for basic economic indicators of the main sectors of the Belarusian economy, using statistical indicators based on survey data, as well as assessing the anticipatory nature of the cycles of statistical indicators relative to basic economic indicators for industries and the economy as a whole.

As a result of the study, error correction models and models with Markov state switching, including indicators, were built and evaluated.

Research methods — econometric analysis, statistical analysis.

Application area — economics, finance.

# ВВЕДЕНИЕ

Создание систем, основанных на специально построенных экономических индикаторах, для предварительного обнаружения смены фаз в экономических циклах — это важная задача анализа и прогнозирования экономической активности. В странах Европейского союза ныне применяется гармонизированная методология построения опережающих индикаторов по опросным данным, созданная Статистическим департаментом Организации экономического сотрудничества и развития совместно с Европейской комиссией (далее – методика ОЭСР-ЕК). Согласно методике ОЭСР им соответствуют: индексы доверия (Confident Indexes, ИД) для отдельных видов экономической деятельности (ВЭД) и индекс экономических настроений (Economic Sentiment Index – ESI) для экономики в целом [2, 4, 9].

Национальный банк Республики Беларусь, адаптировав методику Объединенной гармонизированной программы Европейского Союза по проведению бизнес- и потребительских обзоров, производит расчёт ряда опережающих индикаторов. Для отдельных ВЭД рассчитываются отраслевые индексы экономических настроений (ОИЭН) и для экономики в целом — сводный индекс экономических настроений (СИЭН) [8].

Таким образом, в ходе исследований в данной работе рассматриваются две методики построения опережающих экономических индикаторов (ОЭИ).

В процессе проведения исследований осуществляется анкетный опрос руководителей предприятий о сложившейся ситуации в анализируемом периоде времени (месяц, квартал и т. д.) и изменениях экономической деятельности возглавляемых ими организаций, а также об ожиданиях на краткосрочную перспективу.

Результаты исследований обобщаются в виде «балансов ответов», которые являются разностями между долями опрошенных, ответивших положительно и отрицательно (в процентном выражении к совокупному числу ответов) [4].

Используя полученные временные ряды балансов ответов, происходит вычисление ИД и ОИЭН по ВЭД, а также ИЭН и СИЭН для экономики в целом.

Ряды ВЭД и опережающих экономических индикаторов подвергаются сезонной корректировке и операциям по исключению тренда. Итогом этих действий становится получение циклической составляющей этих рядов.

На основе сравнительного анализа полученных циклических составляющих рассматриваемых временных рядов устанавливается опережающие свойства ОЭИ по отношению к БЭИ, датировка поворотных точек, а также выделение наилучшей методики построения ОЭИ из двух рассматриваемых.

Целью работы является разработка эконометрических моделей для базовых экономических индикаторов основных отраслей белорусской экономики, использующих статистические индикаторы по опросным данным, а также оценке опережающего характера циклов статистических индикаторов относительно базовых экономических индикаторов для отраслей и экономики в целом.

Задание на работу включает следующие задачи:

* Подготовка обзора методики Национального банка Республики Беларусь и предлагаемой методики построения опережающих экономических индикаторов по опросным данным.
* Сравнительный анализ циклов базовых экономических показателей и опережающих экономических индикаторов.
* Исследование наличия коинтеграционной зависимости временных рядов опережающих экономических индикаторов и базовых экономических показателей. Построение моделей коррекции ошибок для базовых экономических показателей.
* Построение моделей с марковскими переключениями состояний для базовых экономических показателей, включающие опережающие экономические индикаторы.

# ГЛАВА 1 МЕТОДИКА И АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНДЕКСОВ ПО ОПРОСНЫМ РЯДАМ

## 1.1 Описание опросных данных, используемых в исследовании

### 1.1.1 Балансы ответов

Опережающие индикаторы строятся на основе статистической базы Национального банка Республики Беларусь, в роли которой выступает база данных системы «Мониторинг предприятий» [4, 8].

Индикаторы по опросным данным строятся по анкете «Конъюнктура» [8], включающей в себя 28 вопросов для выделяемых укрупнённых ВЭД: торговли, промышленности, транспорта, строительства [4].

При построении индексов используются вопросы, отобранные специальным образом из анкеты «Конъюнктура». Они представлены в таблице 1.1 (в скобках приводятся фактические номера вопросов из анкеты). Данные вопросы содержат оценки изменений экономических условий на предприятии и его экономического положения, объема продаж и количества подписанных контрактов, востребованности услуг и продукции предприятия, использования производственных мощностей и т.д. [2, 4]. Изменения оцениваются при сравнении показателей со значениями предыдущего месяца.

**Таблица 1.1** – Список используемых вопросов из анкеты «Конъюнктура»

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Промышленность | |
|  | Изменение физического объема заказов(контрактов) на внутреннем рынке |
|  | Изменение физического объема заказов(контрактов) на внешнем рынке |
|  | Изменение физического объема нереализованной продукции |
|  | Ожидание изменения объемов производства |
| Строительство | |
|  | Изменение физического объема договоров подряда на внутреннем рынке |
|  | Изменение физического объема договоров подряда на внешнем рынке |
|  | Ожидание изменения численности занятых |
| Торговля | |
|  |  |
|  | Изменение физического объема не реализованных свыше 3 месяцев товаров |
|  | Изменение физического объема товарооборота |
|  | Ожидание изменения объемов продаж |
| Транспорт | |
|  | Изменение физического объема договоров на перевозки, контрактов на внутреннем рынке |
|  | Изменение физического объема договоров на перевозки, контрактов на внешнем рынке |
|  | Изменение спроса на услуги предприятия |
|  | Ожидание изменения спроса на услуги предприятия |

Определено три возможных варианта ответов на каждый из вопросов [4]:

* положительный ответ (ожидается или ныне имеет место улучшение состояния);
* нейтральный ответ (состояние есть или останется неизменным);
* отрицательный ответ (ожидается или имеет место ухудшение состояния).

На основании данных ответов, согласно методике ОЭСР, рассчитываются «балансы ответов» (в процентном выражении к совокупному числу ответов), которые определяются как разности долей респондентов, ответивших положительно и отрицательно:

, (1.1)

где — номер вопроса; — процент положительных ответов, — процент отрицательных ответов, — процент нейтральных ответов:

(1.2)

Таким образом, балансы ответов могут принимать значения на отрезке [-100; 100] с 0 в качестве среднего значения [2, 4].

В исследовании использованы помесячные данные с мая 2005 года по апрель 2021 года.

### 1.1.2 Базовые экономические индикаторы

Базовым экономическим индикатором (БЭИ), отражающим экономику в совокупности, при анализе экономических циклов используется реальный ВВП, поскольку данный показатель ёмко отражает экономическую активность и с позиции предложения, и с позиции спроса в национальной экономике. В исследовании будем использовать его месячные оценки.

Алгоритм построения ежемесячных оценок номинального ВВП в постоянных ценах приведен в [2]. Базовым годом является 2014 год. Используются данные с мая 2005 года по март 2021 года [7]. График временного ряда номинального ВВП в ценах 2014 года приведен на рисунке 1.2.



**Рисунок 1.2** – номинальный ВВП в ценах 2014 года (млрд. руб.)

Рассмотрим БЭИ по каждому из ВЭД: промышленность, строительство, транспорт и торговля. В качестве базового экономического индикатора для промышленности взят номинальный объем промышленной продукции в постоянных ценах базового года. Роль БЭИ для строительства выполняет номинальный объем строительно-монтажных работ в постоянных ценах базового года. Базовый экономический индикатор для торговли — это объем товарооборота, выраженный в постоянных ценах базового года. БЭИ для транспорта является объем грузооборота, выраженный в млн. тонно-километрах. Данные для проведения расчётов взяты в [7].

Базовым годом, по аналогии с базовым годом для ВВП, является 2014 год, потому соответствующие объемы измеряются в млрд. рублей. В ходе исследований использованы месячные значения рассматриваемых индикаторов с января 2011 года март 2021 года. На рисунке 1.3 приведены графики БЭИ в ценах 2014 года месячными значениями.



**Рисунок 1.3** — сверху (слева направо): объем промышленной продукции (в млрд. руб.), объем строительно-монтажных работ (в млрд. руб.); снизу (слева направо): объем товарооборота (в млрд. руб.), объем грузооборота (в млн. тонно-километров)

## 1.2 Методики построения отраслевых индексов и сводного индекса для экономики в целом

### 1.2.1 Предлагаемая методика построения отраслевых индексов доверия (ИД) и индекса экономических настроений (ИЭН)

Индексы доверия для ВЭД вычисляются по стандартизированным временным рядам балансов ответов для вопросов из таблицы 1.1 путем их усреднения при . Последующая стандартизация и шкалирование полученных рядов приводит к ИД со стандартным отклонением 10 и средним значением 100. Значение ИД, большее 100, показывает экономический рост в отрасли, а ниже 100 свидетельствует об ухудшении экономического положения в отрасли [4].

Для расчёта ИЭН используется прямой метод расчёта [4]. Данный метод предусматривает использование нескорректированных стандартизированных временных рядов балансов ответов.

Для каждого ВЭД имеет место определенная доля вклада в ВВП, равная:

(1.3)

По методике ОСЭР расчёт ИЭН производится следующим образом:

1. Временные ряды балансов ответов стандартизируются:

где:

1. Вычисление средневзвешенной суммы стандартизированных рядов балансов ответов:

где — весовые коэффициенты, равные:

1. Стандартизация и шкалирование средневзвешенной суммы стандартизированных рядов балансов ответов:

где:

Полученные значения ИЭН будут преимущественно варьироваться на промежутке [90; 110]. ИЭН равный 100 соответствует долгосрочному тренду, значение выше 100 показывает рост экономики, а значение ниже 100 указывает на экономический спад [4].

### 1.2.2 Методика построения отраслевых ИЭН (ОИЭН) и сводного ИЭН (СИЭН), используемая в НБ РБ

ОИЭН вычисляется как среднее геометрическое значение сезонно скорректированных балансов ответов по соответствующим вопросам из таблицы 1.1.

Алгоритм расчёта ОИЭН (BESI — Branch ESI):

1. Сезонная корректировка временных рядов балансов ответов. Методика, используемая в расчётах указана в пункте 1.3.
2. Вычисление среднего геометрического значения сезонно скорректированных рядов балансов ответов :

* для промышленной отрасли:
* для строительной отрасли:
* для торговой отрасли:
* для транспортной отрасли:

Добавление константы обусловлено необходимостью неотрицательности подкоренных выражений.

Группировка временных рядов балансов ответов для соответствующих вопросов и введение весовых коэффициентов при расчете ОИЭН промышленности, строительства, транспорта вызвана родственностью вопросов, которые в совокупности описывают динамику числа контрактов (заказов) у предприятия.

Сезонно скорректированные временные ряды для вопросов Q3 и Q8 взяты со знаком минус в силу физического смысла данных вопросов: рост количества нереализованной продукции оказывает негативное влияние на экономическое состояние предприятия.

СИЭН представляет собой среднее геометрическое взвешенное значение отраслевых индексов экономических настроений. Весами выступают доли ВЭД в ВВП:

Алгоритм расчета СИЭН (Summary ESI — SESI):

1. Вычисление среднего геометрического взвешенного нестандартизированных рядов ОИЭН:
2. Стандартизация и шкалирование среднего геометрического взвешенного нестандартизированных рядов ОИЭН:

где:

Динамика СИЭН трактуется аналогично динамике ИЭН [7, 8].

## 1.3 Результаты сезонной корректировки временных рядов

### 1.3.1 Сезонная корректировка временных рядов ИД и ИЭН

С целью устранить сезонные влияния, мешающие определению циклической составляющей ИД и ИЭН, производится сезонная корректировка данных временных рядов. Для сезонной корректировки используется рекомендуемая в методике ОЭСР процедура TRAMO/SEATS без обработки аномальных наблюдений [4].

На рисунке 1.4 приведены графики исходного временного ряда ИЭН и сезонно скорректированного указанным методом ИЭН.



**Рисунок 1.4** — графики исходного (синяя линия) и сезонно скорректированного (красная линия) ИЭН

Результаты сезонной корректировки указанным методом для индексов доверия по отраслям приведены в приложении А.

### 1.3.2 Сезонная корректировка рядов при расчёте ОИЭН и СИЭН

Для устранения сезонных колебаний во временных рядах ОИЭН и СИЭН производится сезонная корректировка рядов балансов ответов процедурой X12-ARIMA [8].

Полученный результат для ряда СИЭН приведен на рисунке 1.5, а для ОИЭН — на рисунке 1.6.



**Рисунок 1.5** — график временного ряда СИЭН

На рисунке 1.5 видно, что сезонные колебания во временном ряде СИЭН отсутствуют. Таким образом, изначальная корректировка рядов балансов ответов является достаточной для получения сезонно скорректированного СИЭН.



**Рисунок 1.6** — графики временных рядов ОИЭН. Сверху (слева направо): ОИЭН промышленности, ОИЭН строительства; снизу (слева направо): ОИЭН торговли, ОИЭН транспорта

### 1.3.3 Сезонная корректировка временных рядов базовых экономических индикаторов для отраслей и экономики в целом

С целью исключения сезонных колебаний во временных рядах БЭИ производится сезонная корректировка данных временных рядов с помощью процедуры TRAMO/SEATS без обработки аномальных наблюдений [4].

На рисунке 1.7 представлены графики исходного временного ряда помесячных объемов ВВП в ценах 2014-го года и сезонно скорректированного временного ряда помесячных объемов ВВП в ценах базового года (млрд. рублей).



**Рисунок 1.7** — графики сезонно нескорректированного (синий) и скорректированного (красный) временных рядов ВВП

Результаты сезонной корректировки отраслевых базовых экономических индикаторов приведены в приложении B.

# ГЛАВА 2 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЦИКЛОВ БАЗОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ И СТАТИСТИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ ПО ОПРОСНЫМ ДАННЫМ

## 2.1 Описание инструментальных средств, используемых для проведения исследований

Для расчёта индексов доверия (ИД) и индекса экономических настроений (ИЭН), а также для выделения их циклических составляющих было применено ПО ESI Analysis [6].

Для построения отраслевых индексов экономических настроений и сводного индекса экономических настроений, последующего выделения их циклических составляющих был использован эконометрический пакет EViews.

Проведение сезонной корректировки и выделение циклических составляющих для временных рядов базовых экономических индикаторов производилось с помощью эконометрического пакета EViews.

Исключение тренда и выделение цикла из временных рядов БЭИ и ОЭИ производилась с помощью процедуры, предполагающей двухэтапное использование двустороннего фильтра Ходрика – Пресскота. Первчиное применение фильтра удаляет из временного ряда тренд. При этом выделяется долгосрочная циклическая составляющая, содержащая случайный шумовой компонент. Повторное применение фильтра к циклической составляющей удаляет из нее шумовой компонент. Таким образом получается сглаженное представление циклической составляющей, которое удобно для оценки поворотных точек.

Частота фильтра Ходрика – Пресскота, как и соответствующая длина подразумеваемого цикла, зависит от значения параметра . Используются значения параметра : для первого шага и для второго этапа. Этим значениями соответствуют циклы длиной 5-9 лет и высокочастотные колебания длиной 6-12 месяцев соответственно [2, 3, 4].

После выделения долгосрочной циклической составляющей без шумовой компоненты производится нормализация этой составляющей, дабы унифицировать графики. То есть, конечный временной ряд имеет среднее значение, равное 100, а его стандартное отклонение равно 10.

## 2.2 Результаты исследований

Для экономики в целом рассматривается период с мая 2005 года по март 2021 года включительно.

Для ВЭД рассматриваемый период заключен в рамках с января 2011 года по март 2021 года.

### 2.2.1 Сравнительный анализ циклов базовых и статистических индикаторов для отраслей

В исследовании рассматривается четыре вида экономической деятельности: промышленность, строительство, торговля и транспорт. Для каждого из ВЭД был построен индекс доверия (Confident Index) и отраслевой индекс экономических настроений (Branch Economic Sentiment Index) по алгоритмам, описанным в главе 1.

После расчёта данных индексов было произведено выделение циклической составляющей из нестандартизированных временных рядов для каждого из них, а затем их последующая нормализация, описанная в пункте 2.1.

Для каждого БЭИ также были выделены циклические составляющие по методике, описанной в пунктах 1.3.3 и 2.1.

Рассмотрим для каждого из видов экономической деятельности циклические составляющие ИД, ОИЭН, БЭИ на предмет наличия опережающих свойств ОЭИ перед БЭИ, а также установим различия между ОИЭН и ИД для каждой из ВЭД.

Промышленность.

IC\_CN (Industry Confidence Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая индекса доверия промышленности.

BESI\_IND\_CN (BESI of Industry Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая индекса экономического настроения промышленности.

IND\_TS\_CN (Industry Time-Series Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая БЭИ для промышленности (см. 1.1.2).

На рисунке 2.1 приведены графики описанных выше временных рядов.



**Рисунок 2.1** **—** Циклы ОИЭН промышленности (красный), индекса доверия промышленности (синий), БЭИ промышленности (черный)

Из приведенного рисунка видно, что индекс доверия и ИЭН промышленности имеют схожую динамику: локальные экстремумы, являющиеся поворотными точками в циклах, рассматриваемых графиков лежат недалеко друг от друга по временной оси (в среднем, лаг составляет 4 месяца).

В качестве упреждающего индикатора для рассматриваемого БЭИ индекс доверия в промышленности и ИЭН промышленности себя оправдывают, поскольку упреждают динамику БЭИ с интервалом от 1 месяца.

Весной 2020-ого года, в силу экономических трудностей, вызванных пандемией, поворотная точка (экстремум) ОЭИ совпадает с соответствующей точкой для БЭИ.

Таким образом, справедлив вывод о том, что между БЭИ и каждым из ОЭИ существует зависимость, то есть, могут быть построены соответствующие эконометрические модели.

Строительство.

СC\_CN (Construction Confidence Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая индекса доверия строительства.

BESI\_CONSTR\_CN (BESI of Construction Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая индекса экономического настроения строительства.

CONSTR\_TS\_CN (Construction Time-Series Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая БЭИ для строительства (см. 1.1.2).

На рисунке 2.2 приведены графики описанных выше временных рядов.



**Рисунок 2.2** **—** Циклы ОИЭН строительства (красный), индекса доверия строительства (синий), БЭИ строительства (черный)

Из приведенного рисунка видно, индекс доверия и ИЭН строительства практически идентичны: различие между соответствующими точками незначительно.

В качестве упреждающего индикатора для рассматриваемого БЭИ индекс доверия строительства и ИЭН строительства себя подтверждают фактами упреждения поворотных точек цикла БЭИ.

Таким образом, между БЭИ и каждым из ОЭИ существует зависимость, которая может быть отражена через соответствующие эконометрические модели.

Торговля.

TRDC\_CN (Trade Confidence Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая индекса доверия торговли.

BESI\_TRADE\_CN (BESI of Trade Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая индекса экономического настроения торговли.

TRADE\_TS\_CN (Trade Time-Series Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая БЭИ для торговли (см. 1.1.2).

На рисунке 3.3 приведены графики описанных выше временных рядов.



**Рисунок 2.3** **—** Циклы ОИЭН торговли (красный), индекса доверия торговли (синий), БЭИ торговли (черный)

Из приведенного рисунка видно, что индекс доверия и ИЭН торговли имеют одинаковую динамику.

ИД торговли и ИЭН торговли являются хорошими опережающими экономическими индикаторами по отношению к рассматриваемому БЭИ отрасли. Даже в условиях 2013-2015 годов, ОЭИ демонстрируют свою крайне неплохую предиктивную способность по отношению к БЭИ.

В 2020-ом году, в силу экономических трудностей, вызванных пандемией, поворотная точка (экстремум) ОЭИ опережает соответствующую точку для БЭИ всего на 1 месяц.

Таким образом, справедливым будет вывод о том, что между БЭИ и каждым из ОЭИ существует зависимость, которая может быть отражена через соответствующие эконометрические модели.

Транспорт.

TRNSPC\_CN (Transport Confidence Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая индекса доверия транспорта.

BESI\_TRANSP\_CN (BESI of Transport Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая индекса экономического настроения транспорта.

TRANSP\_TS\_CN (Transport Time-Series Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая БЭИ для транспорта (см. 1.1.2).

На рисунке 2.4 приведены графики описанных выше временных рядов.



**Рисунок 2.4** **—** Циклы ОИЭН транспорта (красный), индекса доверия транспорта (синий), БЭИ транспорта (черный)

Из приведенного рисунка видно, индекс доверия и ИЭН транспорта имеют одинаковую динамику и крайне малые различия соответствующих точек относительно временной оси.

ИД и ИЭН являются достаточно хорошими опережающими экономическими индикаторами по отношению к рассматриваемому БЭИ отрасли. Проблема запоздания «дна» в 2020 году на 3 месяца может быть объяснена тем, что транспортная отрасль страны находилась во власти пессимистических ожиданий из-за неопределенности на рынке и потому перешла к экономии своих ресурсов, что отразилось на фактическом скором восстановлении положительной динамики в отрасли с июня по октябрь того же года.

Таким образом, справедливым будет вывод о том, что между БЭИ и каждым из рассмотренных ОЭИ существует зависимость, которая может быть отражена через соответствующие эконометрические модели.

### 2.2.2 Сравнительный анализ циклов реального ВВП и статистических индикаторов для экономики в целом

SESI\_CN (Summary Economic Sentiment Index Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая СИЭН.

ESI\_CN (Economic Sentiment Index Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая индекса экономического настроения.

GDP\_CN (Gross Domestic Product Cycle Normalized) — нормализованная циклическая составляющая ВВП.

На рисунке 2.5 приведены графики описанных выше временных рядов.



**Рисунок 2.5** **—** Циклы СИЭН (синий), ИЭН (красный), ВВП (черный)

Из приведенного рисунка видно, что СИЭН и ИЭН имеют схожую динамику и достаточно небольшие различия соответствующих, в том числе и поворотных, точек относительно временной оси.

Однако заметны и различия: с конца 2011 по середину 2013 года СИЭН растет резче, нежели ИЭН.

ИЭН и СИЭН хорошо описывают динамику ВВП, что свидетельствует о предиктивной способности каждого из опережающих экономических индикаторов.

Таким образом, справедливым будет вывод о том, что ИЭН и СИЭН являются опережающими индикаторами по отношению к ВВП, характеризующим экономику целиком. А это значит, что могут быть построены достаточно точные эконометрические модели для ВВП, где используется ИЭН и СИЭН.

# ГЛАВА 3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЕРЕЖАЮЩИХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ В ПРЕДИКТИВНЫХ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ДЛЯ БАЗОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ

## 3.1 Цели эконометрического моделирования и виды рассматриваемых моделей

Цели построения эконометрических моделей для БЭИ с использованием ОЭИ:

* Сравнительный анализ моделей, использующих рассматриваемые ОЭИ.
* Выбор лучших моделей с точки зрения качества прогностических способностей, основанный на статистиках, которые характеризуют точность прогнозирования и статистические свойства моделей.

Поскольку построение моделей будет производиться для каждого вида экономической деятельности и экономики в целом, то роль БЭИ для каждого из ВЭД и экономики в целом будут исполнять соответствующие описанные в пункте 1.1.2 индикаторы.

Варианты эконометрических моделей, рассматриваемые в работе:

* Модели коррекции ошибок, основанные на подходе Энгла-Грейнджера, для сезонно скорректированных временных рядов [1].
* Модели с марковским переключением состояний для сезонно скорректированных временных рядов [5].

Сезонная корректировка используемых рядов описана в пункте 1.3.3 для БЭИ, для ОЭИ, построенных по предлагаемой методике, — в пункте 1.3.1.

## 3.2 Исследование типа моделей рассматриваемых временных рядов

### 3.2.1 Описание используемых временных рядов

Промышленность.

Рассматриваемые ряды: IND\_SA — сезонно скорректированный временной ряд БЭИ промышленности (в ед. измерения, указанных в пункте 1.1.2), IC\_SA — сезонно скорректированный временной ряд индекса доверия промышленности, BESI\_IND — отраслевой индекс экономических настроений промышленности (методика НБ РБ). Графики рядов приведены на рисунке 3.1.



**Рисунок 3.1** **—** графики временных рядов IND\_SA, IC\_SA, BESI\_IND

Строительство.

Рассматриваемые ряды: CONSTR\_SA — сезонно скорректированный временной ряд БЭИ строительства (в ед. измерения, указанных в пункте 1.1.2), СC\_SA — сезонно скорректированный временной ряд индекса доверия строительства, BESI\_CONSTR — отраслевой индекс экономических настроений строительства (методика НБ РБ). Графики рядов приведены на рисунке 3.2.



**Рисунок 3.2** **—** графики временных рядов CONSTR\_SA, CC\_SA, BESI\_CONSTR

Торговля.

Рассматриваемые ряды: TRADE\_SA — сезонно скорректированный временной ряд БЭИ торговли (в ед. измерения, указанных в пункте 1.1.2), TRDC\_SA — сезонно скорректированный временной ряд индекса доверия торговли, BESI\_TRADE — отраслевой индекс экономических настроений торговли (методика НБ РБ). Графики рядов приведены на рисунке 3.3.



**Рисунок 3.3** **—** графики временных рядов TRADE\_SA, TRDC\_SA, BESI\_TRADE

Транспорт.

Рассматриваемые ряды: TRANSP\_SA — сезонно скорректированный временной ряд БЭИ транспорта (в ед. измерения, указанных в пункте 1.1.2), TRNSPC\_SA — сезонно скорректированный временной ряд индекса доверия транспорта, BESI\_TRANSP — отраслевой индекс экономических настроений транспорта (методика НБ РБ). Графики рядов приведены на рисунке 3.4.



**Рисунок 3.4** **—** графики временных рядов TRANSP\_SA, TRNSPC\_SA, BESI\_TRANSP

Экономика в целом.

Рассматриваемые ряды: GDP\_SA — сезонно скорректированный временной ряд ВВП в ценах 2014 года (в млрд. рублей), ESI\_SA — сезонно скорректированный временной ряд индекса экономических настроений, SESI — сводный индекс экономических настроений (методика НБ РБ). Графики рядов приведены на рисунке 3.5.



**Рисунок 3.5** **—** графики временных рядов GDP\_SA, ESI\_SA, SESI

### 3.2.2 Описание используемых при анализе тестов

При построении моделей, описанных в пункте 3.1.1, важным аспектом является стационарность временного ряда, что обосновывает использование тестов «единичного корня», а именно: расширенный тест Дики – Фуллера (), тест (тест ). Нулевая гипотеза ADF-теста: рассматриваемый временной ряд является нестационарным. Нулевая гипотеза теста : рассматриваемый временной ряд является стационарным или стационарным относительно детерминированного линейного тренда.

Для исследования наличия структурных изменений в моделях временных рядов использовались 2 теста: тест (), тест Баи-Перрона ().

BPUR является модификацией теста. Его применяют при исследовании структурных изменений в процессах «единичного корня». При тестировании данным тестом рассматривается возможность наличия одиночных структурных изменений в тренде, порожденных аномалиями в моделях случайных ошибок, среди которых выделяют 2 типа: «инновационные аномалии», или аномалии с постепенным развитием (), которые характерны временным рядам со стохастическими трендами; аномально большие одномоментные изменения (), свойственные временным рядам с детерминированными трендами. Нулевая гипотеза теста: рассматриваемый ряд является интегрированным со структурным изменением в функции тренда, что вызвано аномалиями инновационного процесса. Альтернатива модели из нулевой гипотезы — модель временного ряда, который стационарен или стационарен относительно детерминированного тренда, со структурными изменениями в свободном члене и/или в регрессионном коэффициенте линейного тренда [4].

В случае, когда временной ряд может содержать несколько структурных изменений, рассматривается модель нестационарного временного ряда с детерминированным трендом и множественными структурными изменениями. Проверка данной гипотезы осуществляется с помощью теста множественных структурных изменений Баи – Перрона (). Вместе с тестированием строится модель посредством применения метода наименьших квадратов при учете выявленных моментов структурных изменений () [4].

### 3.2.3 Тестирование рассматриваемых временных рядов

Промышленность.

Временной ряд IND\_SA описывается моделью .

При тестировании временных рядов IC\_SA, BESI\_IND на предмет наличия структурного изменений тестом BPUR были получены результаты, приведенные в таблице 3.6.

**Таблица 3.6** – Результаты тестирования временных рядов IC\_SA, BESI\_IND тестом BPUR

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ряд | Наличие в модели тренда t и константы *c* | Значение тестовой статистики | Пороговые значения для уровней значимости | | | Момент структурного изменения | *p*-значение |
|  | 0,01 | 0,05 | 0,1 |
| IC\_SA | *t* | -4.4 | -5.34 | -4.85 | -4.61 | 2016.02 | 0.1667 |
| BESI\_IND | *t* | -4.37 | -5.06 | -4.52 | -4.26 | 2014.01 | 0.0763 |

При применении метода Break LS к рассматриваемым рядам было установлено, что ряд IC\_SA является стационарным относительно линейного тренда со структурным изменением в момент 2.2016 (февраль 2016 года), а ряд BESI\_IND стационарен относительно линейного тренда при наличии структурного изменения в момент времени 8.2015 (август 2015 года).

Таким образом, не выполняется необходимое условие попарной коинтеграции между рядом IND\_SA и рядами BESI\_IND, IC\_SA, что исключает возможность наличия модели коррекции ошибок.

Строительство.

При тестировании временных рядов CONSTR\_SA, СC\_SA, BESI\_CONSTR было выявлено, что каждый из рядов является временным рядом типа , т.е.интегрированным 1-ого порядка.

Таким образом, необходимое условие для наличия коинтеграции имеет место быть. Для установления факта наличия коинтеграции между рядом CONSTR\_SA и рядами СC\_SA, BESI\_CONSTR необходимо дальнейшее тестирование.

Торговля.

Тестирование временных рядов TRADE\_SA, TRDC\_SA, BESI\_TRADE привело к следующим результатам:

* ряд TRADE\_SA является стационарным рядом относительно стохастического тренда со структурными изменениями;
* ряды TRDC\_SA, BESI\_TRADE описываются моделью ).

Таким образом, справедлив вывод об отсутствии коинтеграции между временным рядом CONSTR\_SA и любым из двух рядов ОЭИ.

Транспорт.

При тестировании временных рядов TRANSP\_SA, TRNSPC\_SA, BESI\_TRANSP было выявлено, что каждый из рядов является рядом типа , т.е.интегрированным временным рядом 1-ого порядка.

Таким образом, необходимое условие для наличия коинтеграции имеет место быть. Для установления факта наличия коинтеграции между рядом TRANSP\_SA и рядами ОЭИ необходимо дальнейшее тестирование.

Экономика в целом.

Тестирование временных рядов GDP\_SA, ESI\_SA, SESI показало, что:

* временной ряд GDP\_SA является стационарным временным рядом относительно детерминированного тренда при наличии структурных изменений;
* временные ряды ESI\_SA, SESI являются временными рядами типа .

Данные факты свидетельствуют об отсутствии коинтеграции между рядом БЭИ для экономики в целом и рядами ОЭИ.

## 3.3 Исследование наличия коинтеграции используемых временных рядов для ВЭД и экономики в целом

Поскольку в пункте 3.2 были сделаны выводы относительно потенциальной возможности наличия коинтеграции между рядами БЭИ и ОЭИ для каждой из отраслей и экономики в целом, в текущем пункте будет проводится исследование только для двух ВЭД: строительства и транспорта.

Для тестирования применялись тесты Энгла – Грейнджера и Филипса –Ауляриса. Каждый тест имеет следующую нулевую гипотезу: рассматриваемые временные ряды не коинтегрированы.

Строительство.

Рассмотрим в качестве зависимой переменной временной ряд CONSTR\_SA. В качестве экзогенной переменной будем рассматривать временной ряд CC\_SA. Тестирование посредством теста Энгла – Грейнджера указало на отсутствие коинтеграции с указанными условиями, однако применение в исследовании теста Филипса – Ауляриса привело к результатам, отраженным в таблице 3.7.

В ходе тестирования рассматривается гипотеза об отсутствии коинтеграции между рядами CONSTR\_SA (зависимая переменная) и CC\_SA (экзогенная переменная) при включении соответствующего тренда в рассматриваемую зависимость. Полученные p-значения, для случаев включения линейного тренда и квадратичного тренда , равные 0 в обоих случаях, свидетельствуют об отклонении гипотезы об отсутствии коинтеграции в описанных условиях.

**Таблица 3.7** – Результаты тестирования коинтеграции временных рядов CONSTR\_SA, СC\_SA тестом Филипса – Ауляриса

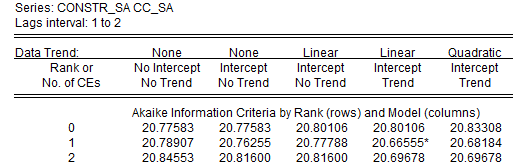
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тренд | -статистика | -значение | -статистика | -значение |
|  | -2.39 | 0.1157 | -6.13 | 0.3740 |
|  | -3.15 | 0.0855 | -17.32 | 0.0828 |
|  | -6.25 | 0 | -61.96 | 0 |
|  | -6.78 | 0 | -70.45 | 0 |

Таким образом, имеет место быть коинтеграция рассматриваемых временных рядов.

Для уточнения рассматриваемой модели коинтеграционной зависимости производится тестирование с помощью теста Йохансена. Результаты тестирования приведены на рисунке 3.8.

Данный тест рассматривает пять возможных моделей коинтеграционной зависимости при указанной глубине учитываемых лагов. Также тест указывает на количество возможных коинтеграционных уравнений. Результатом теста является оценка информационной статистики Акаике для каждой модели (указаны по столбцам) применительно к конкретному числу коинтеграционных уравнений (указаны по строкам). Звездочкой на рисунке отмечена наилучшая модель и число возможных коинтеграционных уравнений.

Тестирование выявило, что наилучшей коинтеграционной зависимостью при учете интервала в 2 лага между БЭИ и ОЭИ, рассчитанным по предлагаемой методике, является модель, содержащая линейный тренд и константу .



**Рисунок 3.8** – Результаты тестирования коинтеграции временных рядов CONSTR\_SA, СC\_SA тестом Йохансена

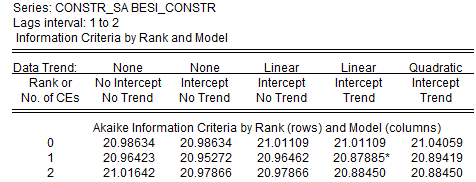
Результаты тестирования наличия коинтеграции между рядами CONSTR\_SA (зависимая переменная), BESI\_CONSTR (экзогенная переменная) с помощью теста Филипса – Ауляриса отражены в таблице 3.9.

**Таблица 3.9** – Результаты тестирования коинтеграции временных рядов CONSTR\_SA, BESI\_CONSTR тестом Филипса – Ауляриса

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | -статистика | -значение | -статистика | -значение |
|  | -2.37 | 0.1231 | -5.77 | 0.4014 |
|  | -1.66 | 0.6936 | -5.57 | 0.6809 |
|  | -6.31 | 0 | -63.04 | 0 |
|  | -6.81 | 0 | -70.72 | 0 |

Приведенные в таблице 3.9 результаты свидетельствуют о наличии коинтеграции между БЭИ и ОЭИ, построенным по методике Национального банка. Однако результаты тестирования указывают на возможность коинтеграционной зависимости между временными рядами как с линейным трендом , так и с квадратичным трендом .

Для уточнения модели коинтеграционной зависимости было произведено тестирование с помощью теста Йохансена при учёте интервала в 2 лага. Результаты тестирования показали, что наилучшей будет коинтеграционная модель, содержащая линейный тренд и константу . Полученные данные отражены на рисунке 3.10.



**Рисунок 3.10** – Результаты тестирования коинтеграции временных рядов CONSTR\_SA, BESI\_CONSTR тестом Йохансена

Транспорт.

Зависимая переменная — временной ряд TRANSP\_SA.

Экзогенная переменная — временной ряд TRNSPC\_SA.

Результаты тестирования посредством теста Энгла – Грейнджера отражены в таблице 3.11.

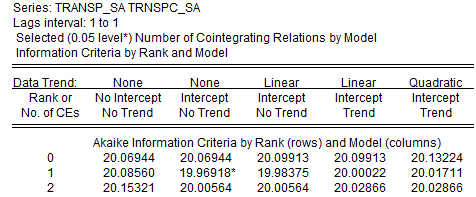
**Таблица 3.11** – Результаты тестирования коинтеграции временных рядов TRANSP\_SA, TRNSPC\_SA тестом Энгла – Грейнджера

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тренд | -статистика | p-значение | -статистика | p-значение |
|  | -2.21 | 0.1652 | -6.34 | 0.3591 |
|  | -5.39 | 0 | -45.1 | 0 |
|  | -5.39 | 0 | -45.1 | 0 |
|  | -5.45 | 0 | -46.42 | 0 |

По результатам тестирования делаем вывод об отклонении гипотезы об отсутствии коинтеграции для модели:

* не содержащей линейного тренда , но содержащей константу ;
* содержащей линейный тренд ;
* содержащей квадратичный тренд .

С целью определения наилучшей из указанных моделей было произведено тестирование потенциальных моделей с помощью теста Йохансена при интервале в 1 лаг. Согласно результатам тестирования, приведенным на рисунке 3.12, наилучшей моделью коинтеграционной зависимости является модель, содержащая только константу .



**Рисунок 3.12** – Результаты тестирования коинтеграции временных рядов TRANSP\_SA, TRNSPC\_SA тестом Йохансена

Результаты тестирования наличия коинтеграции между рядами TRANSP\_SA (зависимая переменная), BESI\_TRANSP (экзогенная переменная) с помощью теста Энгла – Грейджера отражены в таблице 3.13.

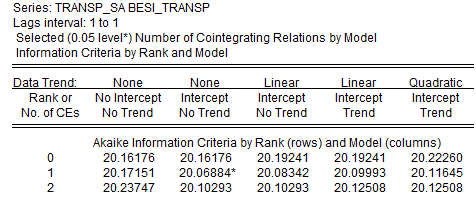
**Таблица 3.13** – Результаты тестирования коинтеграции временных рядов TRANSP\_SA, BESI\_TRANSP тестом Энгла – Грейнджера

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тренд | -статистика | p-значение | -статистика | p-значение |
|  | -2.18 | 0.1745 | -6.17 | 0.3714 |
|  | -5.21 | 0.002 | -42.7 | 0.001 |
|  | -5.21 | 0 | -42.72 | 0 |
|  | -5.24 | 0.003 | -43.57 | 0.0034 |

Приведенные в таблице 3.13 результаты свидетельствуют о наличии коинтеграции между БЭИ и ОЭИ, построенному по методике Национального банка, для модели:

* не содержащей линейного тренда , но содержащей константу ;
* содержащей линейный тренд ;
* содержащей квадратичный тренд .

С целью определения наилучшей из указанных моделей было произведено тестирование потенциальных моделей с помощью теста Йохансена при интервале в 1 лаг. Согласно результатам тестирования, приведенным на рисунке 3.14, наилучшей моделью коинтеграционной зависимости является модель, содержащая только константу .



**Рисунок 3.14** – Результаты тестирования коинтеграции временных рядов TRANSP\_SA, BESI\_TRANSP тестом Йохансена

## 3.4 Модель коррекции ошибок для временных рядов базовых экономических индикаторов строительства и транспорта

В пункте 3.3 для 2 ВЭД: транспорт, строительство — была установлена коинтегрированность рядов БЭИ и ОЭИ.

Рассмотрим модели коррекции ошибок на основании полученных выводов.

Строительство.

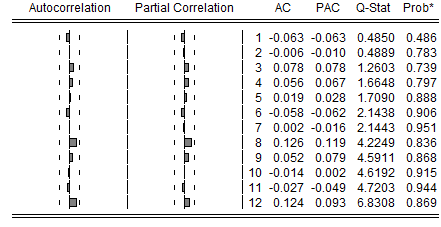
Построенная модель коррекции ошибок с участием временного ряда СС\_SA имеет вид, приведенный в уравнении 3.1.

Все коэффициенты являются статистически значимыми.

В скобках при коэффициенте приведено выражение остатков коинтеграционной модели, основания для построения которой были получены в пункте 3.3. Данные остатки являются нормально распределенными, о чём свидетельствует -значение, равное 0.286 > 0.05 для статистики Жака-Бера, и гистограмма, приведенная на рисунке 3.15. Остатки модели некоррелированы, что свидетельствует об отсутствии автокорреляции рассматриваемого временного ряда остатков (см. рис. 3.16). Таким образом, остатки рассматриваемого коинтеграционного уравнения являются стационарным временным рядом.



**Рисунок 3.15** – Гистограмма остатков коинтеграционного уравнения с использованием временного ряда CC\_SA



**Рисунок 3.16** – Коррелограмма остатков коинтеграционного уравнения с использованием временного ряда CC\_SA

Модель коррекции ошибок с участием временного ряда BESI\_CONSTR имеет вид:

.

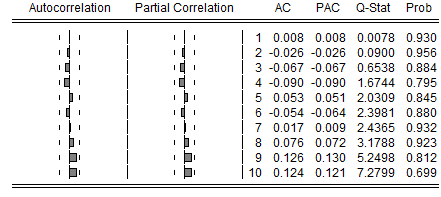
Все коэффициенты являются статистически значимыми.

В скобках приведено выражение остатков коинтеграционной модели, основания для построения которой были получены в пункте 3.3.

Полученные остатки являются стационарным временным рядом: -значение, равное 0.344 > 0.05, для статистики Жака-Бера подтверждает нормальное распределение остатков, которые являются некоррелированными (см. рис. 3.18). Гистограмма для рассматриваемого ряда остатков приведена на рисунке 3.17.



**Рисунок 3.17** – Гистограмма остатков коинтеграционного уравнения с использованием временного ряда BESI\_CONSTR



**Рисунок 3.18** – Коррелограмма остатков коинтеграционного уравнения с использованием временного ряда BESI\_CONSTR

Для описания точности прогнозирования применяются: среднеквадратическая ошибка прогнозов (), средняя абсолютная ошибка () и коэффициент несоответствия Тейла (). Прогнозирование модели производится для промежутка времени между моментами 01.2021(январь 2021 года) и 04.2021(апрель 2021 года).

Статистики, характеризующие качество моделей: скорректированный коэффициент детерминации *,* стандартная ошибка регрессии (Standard Errors of regression — SE of reg.), информационная статистика Акаике ().

Характеристики построенных моделей приведены в таблице 3.19.

**Таблица 3.19** – Статистическое описание моделей с CC\_SA и BESI\_CONSTR

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | CC\_SA | BESI\_CONSTR |
|  | | |
|  | 0,479 | 0,479 |
|  | 587,502 | 587,501 |
|  | 15,62 | 15,62 |
|  | | |
|  | 401,13 | 451,85 |
|  | 376,99 | 428,61 |
|  | 0,026859 | 0,03036 |

Из приведенной таблицы видно, что прогностические возможности модели, содержащей СС\_SA лучше, нежели у модели с BESI\_CONSTR, при схожих характеристиках качества моделей.

Транспорт.

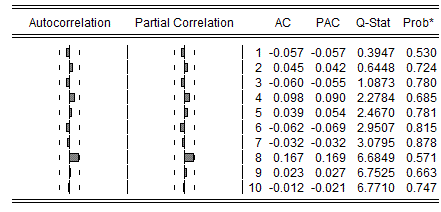
Построенная модель коррекции ошибок с участием временного ряда TRNSPС\_SA имеет вид, приведенный в уравнении 3.3:

Все коэффициенты являются статистически значимыми.

Приведенные остатки коинтеграционной модели являются стационарным временным рядом: гистограмма (рис. 3.20) и коррелограмма (рис. 3.21) рассматриваемого ряда свидетельствуют о наличии нормального распределения и отсутствии автокорреляции.



**Рисунок 3.20** – Гистограмма для остатков коинтеграционного уравнения с использованием временного ряда TRNSPC\_SA



**Рисунок 3.21** – Коррелограмма остатков коинтеграционного уравнения с использованием временного ряда TRNSPC\_SA

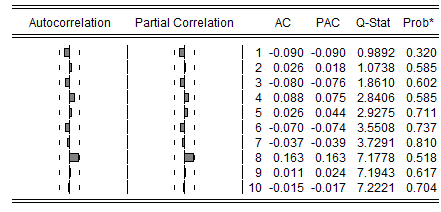
Модель коррекции ошибок с участием временного ряда BESI\_TRANSP имеет вид:

Все коэффициенты являются статистически значимыми.

Приведенные остатки коинтеграционной модели являются стационарным временным рядом: гистограмма (рис. 3.22) и коррелограмма (рис. 3.23) рассматриваемого ряда свидетельствуют о наличии нормального распределения и отсутствии автокорреляции.



**Рисунок 3.22** – Гистограмма для остатков коинтеграционного уравнения с использованием временного ряда BESI\_TRANSP



**Рисунок 3.23** – Коррелограмма остатков коинтеграционного уравнения с использованием временного ряда BESI\_TRANSP

Характеристики построенных моделей приведены в таблице 3.24.

**Таблица 3.24** – Статистическое описание моделей с TRNSPC\_SA и BESI\_TRANSP

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | TRNSPC\_SA | BESI\_TRANSP |
|  | | |
|  | 0,138 | 0,11 |
|  | 324,783 | 330,083 |
|  | 14,41 | 14,44 |
|  | | |
|  | 470,75 | 441,85 |
|  | 435,98 | 401,61 |
|  | 0,0227 | 0,021408 |

Из приведенной таблицы видно, что прогностические возможности модели, содержащей BESI\_TRANSP лучше, нежели у модели с TRNSPC\_SA: значения MAE и RMSE меньше при равных значениях коэффициента TIC.

## 3.5 Модели с марковскими переключениями состояний для временных рядов базовых экономических индикаторов видов экономической деятельности и экономики в целом

В рассматриваемых далее моделях будет выделять два состояния: состояние 1 и состояние 2. Качественная интерпретация соответствия состояний фазам экономического цикла будет производиться в ходе оценки каждой из полученной моделей. Сравнение вероятностей переключения состояний будет производиться с соответствующими циклическими составляющими моделируемых временных рядов, которые описаны в главе 2.

Промышленность.

Зависимая переменная — IND\_SA, экзогенные переменные: IC\_SA, t. Модель приведена в таблице 3.25. Коэффициенты модели статистически значимы, поскольку соотв. p-значения равны 0.

**Таблица 3.25** – Оценки коэффициентов модели с двумя классами состояний для IND\_SA, экзогенная переменная — IC\_SA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр |  | |
|  |  |
|  | 54942.21/0 | 51982.94/0 |
| при лин. тренде | 36.71/0 | 38.95/0 |
| при | 170.88/0 | 265.59/0 |

На рисунке 3.26 приведены графики вероятностей переключения состояний данной модели. Анализируя их и график циклической составляющей моделируемого временного ряда (рис. 3.27), справедливым является вывод о том, что полученное состояние 1 соответствует периодам, когда циклическая составляющая находится над средним уровнем, равным 100.



**Рисунок 3.26** – Вероятности переключения состояний для модели для IND\_SA, содержащей IC\_SA



**Рисунок 3.27** – Циклическая составляющая временного ряда IND\_SA

Зависимая переменная — IND\_SA, экзогенные переменные: BESI\_IND, t. Модель в таблице 3.28.

**Таблица 3.28** – Оценки коэффициентов с двумя классами состояний для IND\_SA, экзогенная переменная ОЭИ — BESI\_IND

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | |
| Состояние 1 |  |
|  | 53121.94/0 | 48042.99/0 |
| при лин. тренде | 47.06/0 | 76.75/0 |
| при | 235.99/0 | 170.75/0 |

На рисунке 3.29 приведены графики вероятностей переключения состояний 1 и 2 для модели, содержащей BESI\_IND. На отрезке с 2012 по 2014 год включительно соответствия между состояниями и циклической составляющей не наблюдается. С 2015 года по апрель 2021 имеет место следующее соответствие: состояние 2 соответствует периодам, когда циклическая составляющая находится ниже среднего уровня, равного 100.



**Рисунок 3.29** – Вероятности переключения состояний для модели для IND\_SA, содержащей BESI\_IND

Поскольку модели схожи по набору переменных и их лагам, проведем их качественное сравнение, а также оценим точность прогнозов. Результаты тестирования изложены в таблице 3.30.

**Таблица 3.30** – Статистическое описание моделей с марковскими переключениями состояний для IND\_SA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | IC\_SA | BESI\_IND |
|  | | |
|  | 1022,42 | 1003,9 |
| AIC | 16,75 | 16,79 |
|  | | |
|  | 4654,28 | 4594,31 |
|  | 4188,714 | 4132,717 |
|  | 0,030428 | 0,03816 |

Приведенные результаты демонстрируют равнозначность рассматриваемых моделей, что подтверждается результатами анализа циклических составляющих ОЭИ промышленности в пункте 2.2.1.

Строительство.

CONSTR\_SA, экзогенные переменные: CC\_SA, t.

Модель приведена в таблице 3.31.

**Таблица 3.31** – Оценки коэффициентов модели с двумя классами состояний для CONSTR\_SA, экзогенная переменная ОЭИ — CC\_SA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | |
|  |  |
|  | 11745.35/0 | 10519.49/0 |
| при лин. тренде | -30.2/0 | -25.71/0 |
| при | 38.01/0 | 34.43/0 |

На рисунке 3.32 приведены графики вероятностей переключения состояний данной модели. Анализируя их и график циклической составляющей моделируемого временного ряда (рис. 3.33), справедливым является вывод о том, что выделенные состояния не имеют интерпретации через циклическую составляющую БЭИ строительства.



**Рисунок 3.32** – Вероятности переключения состояний для модели для CONSTR\_SA, содержащей CC\_SA



**Рисунок 3.33** – Циклическая составляющая временного ряда CONSTR\_SA

Зависимая переменная — CONSTR\_SA, экзогенные переменные: BESI\_CONSTR, t. Модель в таблице 3.34.

**Таблица 3.34** – Оценки коэффициентов с двумя классами состояний для CONSTR\_SA, экзогенная переменная ОЭИ — BESI\_CONSTR

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр |  | |
|  |  |
|  | 10502.92/0 | 11692.96/0 |
| при лин. тренде | -26.19/0 | -30.48/0 |
| при | 33.87/0 | 36.94/0 |

На рисунке 3.35 приведены графики вероятностей переключений состояний для модели CONSTR\_SA, включающей BESI\_CONSTR. Сравнение графиков вероятностей переключения состояний и графика циклической составляющей демонстрирует факт отсутствия интерпретации выделенных состояний через циклическую составляющую БЭИ.



**Рисунок 3.35** – Вероятности переключения состояний для модели для CONSTR\_SA, содержащей BESI\_CONSTR

Модели схожи по набору переменных и их лагам, потому проведем их качественное сравнение, а также оценим точность прогнозов. Результаты тестирования изложены в таблице 3.36.

**Таблица 3.36** – Статистическое описание моделей с марковскими переключениями состояний для CONSTR\_SA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | СC\_SA | BESI\_CONSTR |
|  | | |
| . | 639,23 | 629,13 |
|  | 15,75 | 15,73 |
|  | | |
|  | 571,91 | 561,05 |
|  | 556,75 | 543,83 |
|  | 0,0388 | 0,0379 |

Приведенные результаты демонстрируют равнозначность рассматриваемых моделей, что подтверждается результатами анализа циклических составляющих ОЭИ строительства в пункте 2.2.1.

Торговля.

С рядами TRADE\_SA, TRDC\_SA, BESI\_TRADE в ходе исследования была проведена стандартизация: каждый из рядов стал иметь среднее значение 100 и стандартное отклонение 10. Этот шаг был вызван сбоями в оценках p-значений параметров. Таким образом, далее для тестирования вводятся ряды TRADE\_SAN, TRDC\_SAN, BESI\_TRADE\_N — соответственно стандартизированные ряды TRADE\_SA, TRDC\_SA, BESI\_TRADE.

Положим зависимой переменной TRADE\_SAN, экзогенные переменные: TRDC\_SAN, t. Модель приведена в таблице 3.37.

**Таблица 3.37** – Оценки коэффициентов модели с двумя классами состояний для TRADE\_SAN, экзогенная переменная ОЭИ — TRDC\_SAN

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр |  | |
|  |  |
|  | 75,72/0 | 6,38/0,19 |
| при лин. тренде | 0,18/0 | 0,06/0 |
| при | -0,11/0,0001 | 0,13/0 |
| при | 0,2/0,0012 | 0,78/0 |

На рисунке 3.38 приведены графики вероятностей переключения состояний данной модели. Анализируя их и график циклической составляющей моделируемого временного ряда (рис. 3.39), обнаруживаем соответствие состояния 1 случаю, когда циклическая составляющая TRADE\_SAN лежит ниже среднего уровня, равного 100, а состояние 2 соответствует случаю, при котором циклическая составляющая TRADE\_SAN находится над средним уровнем.



**Рисунок 3.38** – Вероятности переключения состояний для модели для TRADE\_SAN, содержащей TRDC\_SAN



**Рисунок 3.39** – Циклическая составляющая временного ряда TRADE\_SAN

Зависимая переменная — TRADE\_SAN, экзогенные переменные: BESI\_TRADE\_N, t. Модель в таблице 3.40.

**Таблица 3.40** – Оценки коэффициентов с двумя классами состояний для TRADE\_SAN, экзогенная переменная ОЭИ — BESI\_TRADE\_N

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр |  | |
|  |  |
|  | 76.32/0 | 7.73/0.1154 |
| при лин. тренде | 0,183/0 | 0,055/0 |
| при | -0,107/0,0002 | 0,12/0 |
| при | 0,19/0,0025 | 0,778/0 |

На рисунке 3.41 приведены графики вероятностей переключения состояний модели, включающей в себя BESI\_TRADE\_N. Анализируя их и график циклической составляющей моделируемого временного ряда (рис. 3.39), находим соответствие состояния 1 случаю, когда циклическая составляющая TRADE\_SAN лежит ниже среднего уровня, равного 100, а состояние 2 соответствует случаю, при котором циклическая составляющая TRADE\_SAN находится над средним уровнем.



**Рисунок 3.41** – Вероятности переключения состояний для модели для TRADE\_SAN, содержащей BESI\_TRADE\_N

Модели схожи по набору переменных и их лагам, потому проведем их качественное сравнение, а также оценим точность прогнозов. Результаты тестирования изложены в таблице 3.42.

**Таблица 3.42** – Статистическое описание моделей с марковскими переключениями состояний для TRADE\_SAN

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | TRDC\_SAN | BESI\_TRADE\_N |
|  | | |
|  | 1,29 | 1,39 |
|  | 3,22 | 3,25 |
|  | | |
|  | 0,5595 | 0,6508 |
|  | 0,5088 | 0,5970 |
|  | 0,0025 | 0,0029 |

Приведенные результаты демонстрируют равнозначность рассматриваемых моделей, что подтверждается результатами анализа циклических составляющих ОЭИ торговли в пункте 2.2.1.

Транспорт.

Зависимая переменная: TRANSP\_SA, экзогенные переменные: TRNSPC\_SA, t. Модель приведена в таблице 3.43.

**Таблица 3.43** – Оценки коэффициентов модели с двумя классами состояний для TRANSP\_SA, экзогенная переменная ОЭИ — TRNSP\_SA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр |  | |
|  |  |
|  | 11064,52/0 | 63333,202/0 |
| при лин. тренде | -12,67/0 | 4/0,0069 |
| при | -24.83/0 | 22,21/0 |
| при | 0,014/0,8857 | 0,42/0 |

На рисунке 3.44 приведены графики вероятностей переключения состояний данной модели. Анализируя их и график циклической составляющей моделируемого временного ряда (рис. 3.45), заключаем, что для выделенных состояний отсутствует качественная интерпретация через циклическую составляющую БЭИ.



**Рисунок 3.44** – Вероятности переключения состояний для модели для TRANSP\_SA, содержащей TRNSPC\_SA



**Рисунок 3.45** – Циклическая составляющая временного ряда TRANSP\_SA

Зависимая переменная — TRANSP\_SA, экзогенные переменные: BESI\_TRANSP, t. Модель в таблице 3.46.

**Таблица 3.46** – Оценки коэффициентов с двумя классами состояний для TRANSP\_SA, экзогенная переменная ОЭИ — BESI\_TRANSP

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр |  | |
|  |  |
|  | 10943,88/0 | 11255,69/0 |
| при лин. тренде | -4,14/0 | 3,389/0,0265 |
| при | 7,9/0,232 | 23,76/0,0011 |

На рисунке 3.47 приведены графики вероятностей переключения состояний модели для TRANSP\_SA, содержащей BESI\_TRANSP. Анализируя их и график циклической составляющей моделируемого временного ряда (рис. 3.45), заключаем, что для выделенных состояний отсутствует качественная интерпретация через циклическую составляющую БЭИ.



**Рисунок 3.47** – Вероятности переключения состояний для модели для TRANSP\_SA, содержащей BESI\_TRANSP

Модели различны наборами переменных и лагов. Проведем их качественное сравнение, а также оценим точность прогнозов. Результаты тестирования изложены в таблице 3.48.

**Таблица 3.48** – Статистическое описание моделей с марковскими переключениями состояний для TRANSP\_SAN

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | TRANSP\_SA | BESI\_TRANSP |
|  | | |
|  | 340,93 | 332,45 |
|  | 14,35 | 14,57 |
|  | | |
|  | 745,0246 | 245,4958 |
|  | 733,6019 | 195,5705 |
|  | 0,035527 | 0,0120 |

Приведенные результаты демонстрируют более высокую предиктивную способность модели, использующей ОЭИ, рассчитанный по методике Национального банка Республики Беларусь.

Экономика в целом.

Временные ряды GDP\_SA, ESI\_SA, SESI в ходе исследования подверглись стандартизации: каждый из рядов стал иметь среднее значение 0 и стандартное отклонение 1. Этот шаг был вызван сбоями в оценках p-значений параметров. Таким образом, далее для тестирования вводятся ряды GDP\_SAN, ESI\_SAN, SESI\_N — соответственно стандартизированные ряды GDP\_SA, ESI\_SA, SESI.

Зависимая переменная: GDP\_SAN, экзогенные переменные: ESI\_SAN, t, . Модель приведена в таблице 3.49.

**Таблица 3.49** – Оценки коэффициентов модели с двумя классами состояний для GDP\_SAN, экзогенная переменная ОЭИ — ESI\_SAN.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр |  | |
|  |  |
|  | -2,72/0 | -2,42/0 |
| при лин. тренде | 0,039/0 | 0,047/0 |
| при кв. тренде | -0,0001/0 | -0,0001/0 |
| при | 0,2373/0 | 0,1708/0 |

На рисунке 3.50 приведены графики вероятностей переключения состояний данной модели. Анализируя их и график циклической составляющей моделируемого временного ряда (рис. 3.51), заключаем, что для выделенных состояний отсутствует качественная интерпретация через циклическую составляющую БЭИ для экономики в целом.



**Рисунок 3.50** – Вероятности переключения состояний для модели для GDP\_SAN, содержащей ESI\_SAN



**Рисунок 3.51** – Циклическая составляющая временного ряда GDP\_SAN

Зависимая переменная — GDP\_SAN, экзогенные переменные: SESI\_N, t, . Модель в таблице 3.52.

**Таблица 3.52** – Оценки коэффициентов с двумя классами состояний для GDP\_SAN, экзогенная переменная ОЭИ — SESI\_N

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр |  | |
|  |  |
|  | -3,01/0 | -2,81/0 |
| при лин. тренде | 0,056/0 | 0,055/0 |
| при кв. тренде | -0,0002/0 | -0,0002/0 |
| при | 0,3467/0 | 0,044/0,0059 |

На рисунке 3.53 приведены графики вероятностей переключения состояний данной модели. Анализируя их и график циклической составляющей моделируемого временного ряда (рис. 3.51), заключаем, что для выделенных состояний имеет место частичное соответствие циклической составляющей БЭИ экономики в целом. Таковое наблюдается на отрезке до 2014 года. В этот период состояние 1 соответствует участкам циклической составляющей БЭИ, лежащей ниже среднего уровня, равного 100, состояние 2 — участкам циклической составляющей БЭИ, лежащей выше среднего уровня.



**Рисунок 3.53** – Вероятности переключения состояний для модели для GDP\_SAN, содержащей ESI\_SA

Модели различны наборами переменных и лагов. Проведем их качественное сравнение, а также оценим точность прогнозов. Результаты тестирования обеих моделей изложены в таблице 3.54.

**Таблица 3.54** – Статистическое описание моделей с марковскими переключениями состояний для GDP\_SAN

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ESI\_SAN | SESI\_N |
|  | | |
|  | 0,1145 | 0,1295 |
|  | -1,3747 | -1,1517 |
|  | | |
|  | 0,2636 | 0,2963 |
|  | 0,2556 | 0,2934 |
|  | 0,1908 | 0,2207 |

Приведенные результаты демонстрируют несколько более высокую предиктивную способность модели, использующей ОЭИ, рассчитанный по предлагаемой методике.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследований были рассмотрены 2 методики расчета опережающих экономических индикаторов, а также произведены расчеты этих индикаторов на основе помесячных данных, предоставляемых Национальным банком Республики Беларусь, с мая 2005 года по апрель 2021 года.

В рамках проведенных исследований получены следующие основные результаты:

1. Подготовлен обзор методики Национального банка Республики Беларусь и предлагаемой методики построения опережающих экономических индикаторов по опросным данным для рассматриваемых видов экономической деятельности и экономики в целом.
2. Проведен сравнительный анализ циклов опережающих экономических индикаторов для рассматриваемых отраслей и экономики в целом.
3. Построены и оценены модели коррекции ошибок, включающие опережающие экономические индикаторы, для базовых экономических показателей двух отраслей: строительства и транспорта.
4. Построены и оценены модели с марковскими переключениями состояний, включающие опережающие экономические индикаторы, для базовых экономических показателей каждого вида экономической деятельности, а также экономики в целом.

Как показывают результаты исследования, рассматриваемые методики построения статистических экономических индикаторов по опросным данным показывают схожие результаты при определении поворотных точек экономических циклов, а также демонстрируют опережающий характер по отношению к соответствующим базовым экономическим индикаторам для основных отраслей и экономики в целом.

Схожесть динамики полученных ОЭИ проявляется в результатах моделирования базовых экономических показателей: имеет место схожесть моделей по качественному признаку, а также по предиктивным способностям таковых.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бороховский, А.В. Анализ бизнес-цикла с использованием индекса экономических настроений // Сборник работ 77-ой научной конференции студентов и аспирантов Белорусского государственного университета: В 3 ч. – ч.1 – БГУ, 2020. – 4 с.
2. Кондратович, Е.В. Построение индекса экономических настроений для Республики Беларусь: Курсовая работа / Е.В. Кондратович, рук. темы В.И. Малюгин; БГУ. — Mинск, 2015. — 26 с.
3. Макаревич, А.С. Сравнительный анализ фильтров Ходрика – Прескотта и Хамильтона при оценивании поворотных точек бизнес-цикла и индекса экономических настроений белорусской экономики /А.С. Макаревич, В.И. Малюгин // Банковский вестник [Электронный ресурс]. – № 8 – 2018. – С. 49-56. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/bv/Arch/661.pdf>. – Дата доступа: 13.05.2021.
4. Малюгин, В.И. Индекс экономических настроений белорусской экономики: методические, модельные и инструментальные средства построения и применения / В.И. Малюгин, Д.Э. Крук, Е.В. Кондратович, П.С. Милевский // Банковский вестник. Исследования банка [Электронный ресурс]. – 2019. – №16. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/bv/arch/suppl_87.pdf>. — Дата доступа: 14.05.2021.
5. Малюгин, В.И. Модель MS-VARX и её применение для анализа бизнес-цикла белорусской экономики /В.И. Малюгин, А.С. Макаревич // Банковский вестник [Электронный ресурс]. – № 4 – 2020. – С. 22-32. – Режим доступа: <https://www.nbrb.by/bv/articles/10749.pdf>. – Дата доступа: 15.05.2021.
6. Малюгин, В.И. Модельные и инструментальные средства для построения и применения индекса экономических настроений белорусской экономики / В.И. Малюгин, Д.Э. Крук, Е.В. Кондратович, Е.С. Бабахин, П.С. Милевский // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития: материалы XVII Международной конференции, Минск, 20 – 21 октября 2017 г.: в 2 т. Т. 1 / НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь. – Минск: НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь, 2017. – С. 181-188.
7. Основные тенденции в экономике и денежно-кредитной сфере Республики Беларусь: Аналитическое обозрение за 2012 - март 2021 года // Национальный банк Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2012 - апрель 2021. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/search?searchText=6.%09Основные+тенденции+в+экономике+и+денежно-кредитной+сфере+Республики+Беларусь>. – Дата доступа: 21.04.2021.
8. Экспресс-обзор «Экономическая конъюнктура» // Национальный банк Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.nbrb.by/publications/economicconjuncture/enterprisemonitoring_methodology.pdf> . – Дата доступа: 21.04.2021.
9. Eurostat. ESS Guidelines on Seasonal Adjustment // Eurostat Methodologies and Working Papers, European Commission. – 2009. – 127 p.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение А**



**Рисунок 1** — графики сезонно нескорректированного и скорректированного временных рядов индекса доверия промышленности



**Рисунок 2** — графики сезонно нескорректированного и скорректированного временных рядов индекса доверия строительства



**Рисунок 3** — графики сезонно нескорректированного и скорректированного временных рядов индекса доверия торговли



**Рисунок 4** — графики сезонно нескорректированного и скорректированного временных рядов индекса доверия транспорта

**Приложение B**



**Рисунок 1** — графики сезонно нескорректированного и скорректированного временных рядов БЭИ промышленности



**Рисунок 2** — графики сезонно нескорректированного и скорректированного временных рядов БЭИ строительства



**Рисунок 3** — графики сезонно нескорректированного и скорректированного временных рядов БЭИ торговли



**Рисунок 4** — графики сезонно нескорректированного и скорректированного временных рядов БЭИ транспорта