

ГОУ ВПО Кыргызско-Российский Славянский университет

УТВЕРЖДАЮ

Декан ЭФ Гаидамако В.К.



15.09. 2017 г.

Эконометрика (продвинутый уровень) рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Математических методов и исследований операций в экономике		
Учебный план	Направление подготовки	38.04.01 Экономика	Магистерская программа "Прикладной экономический анализ"
Квалификация	магистр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	72	Виды контроля в семестрах:	
в том числе:		зачеты I	
аудиторные занятия	24		
самостоятельная работа	48		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семес тр на курсе>)	I (1.1)		Итого	
	уп	рцд	уп	рцд
Неделя	20			
Вид занятий	уп	рцд	уп	рцд
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	16	16	16	16
В том числе инт.	6	6	6	6
Итого ауд.	24	24	24	24
Контактная рабс	24	24	24	24
Сам. работа	48	48	48	48
Итого	72	72	72	72

Программу составил(и):

д.э.н., доцент Лукашова И.В., к.т.н., доцент Цой Ман-Су

Рецензент(ы):

д.э.н., профессор Миркин Е.Л.

Рабочая программа дисциплины

Эконометрика (продвинутый уровень)

разработана в соответствии с ФГОС 3+:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 38.04.01 (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 30.03.2015г. №321)

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 38.04.01 Экономика Магистерская программа "Прикладной экономический анализ" утвержденного учёным советом вуза от 28.06.2017 протокол №11 .

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Математических методов и исследований операций в экономике

Протокол от 13.09 2017 г. № 1

Срок действия программы: 2017-2019 уч.г.

Зав. кафедрой д.э.н., доцент Лукашова И.В.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

18.09. 2018 г.

Дж- (Лукашова И.В.)

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2018-2019 учебном году на заседании кафедры **Математических методов и исследований операций в экономике**

Протокол от 14.09. 2018 г. № 1
Зав. кафедрой д.э.н., доцент Лукашова И.В.



Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

2.09. 2019 г.

Дж- (Лукашова И.В.)

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры **Математических методов и исследований операций в экономике**

Протокол от 27.08. 2019 г. № 1
Зав. кафедрой д.э.н., доцент Лукашова И.В.



Визирование ООП для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС факультета

08.09. 2020 г.

Дж- (Лукашова И.В.)

ООП пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры **Математических методов и исследований операций в экономике**

Протокол от 04.09. 2020 г. № 1
Зав. кафедрой д.э.н., доцент Лукашова И.В.



Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

_____ 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры **Математических методов и исследований операций в экономике**

Протокол от _____ 2021 г. № ____
Зав. кафедрой д.э.н., доцент Лукашова И.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Научить студентов основным методам анализа временных рядов, дать представление о современном инструментарии эконометрического моделирования временных рядов, познакомить с практическим применением методов эконометрики при проведении научных и прикладных экономических исследований на основе экономической теории и реальных статистических данных, с использованием современных прикладных программ и вычислительной техники.
1.2	Ознакомить студентов с целями анализа временных рядов;
1.3	Сформировать навыки анализа экономических процессов на основе эконометрических моделей временных рядов с использованием программного обеспечения ЭВМ;
1.4	Вооружить студентов пониманием важности использования анализа и прогнозирования временных рядов для стратегического планирования показателей макро- и микроэкономики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.Б
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Изучение дисциплины опирается на знания, навыки и умения, полученные при освоении курсов эконометрики, микроэкономики, макроэкономики программы бакалавриата
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Анализ панельных и качественных данных
2.2.2	Прикладная макроэкономика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-10: способность составлять прогноз основных социально-экономических показателей деятельности предприятия, отрасли, региона и экономики в целом	
Знать:	
Уровень 1	Теоретические основы прогнозирования социально-экономических показателей.
Уровень 2	Методы и модели описания и прогнозирования социально-экономических показателей на основе статистических данных, границы применения моделей, ограничения прогнозов.
Уровень 3	Методы и модели прогнозирования на основе обработки больших массивов статистической информации; границы применения моделей; горизонты прогнозирования, оценку достоверности краткосрочных и долгосрочных прогнозов ; современное программное обеспечение для анализа и прогноза данных.
Уметь:	
Уровень 1	Выбирать подходящие методы и модели для анализа и прогноза социально-экономических показателей экономики разного уровня.
Уровень 2	Строить корректные модели социально-экономических показателей, оценивать их прогнозные свойства; соотносить модельные данные с реальностью; строить прогнозы.
Уровень 3	Применить подходящие модели и методы обработки больших массивов разнородных данных из разных источников, используя современное программное обеспечение и инструменты анализа в целях прогноза.
Владеть:	
Уровень 1	Навыкам сбора данных для построения моделей в целях прогнозирования социально-экономических показателей экономики разного уровня.
Уровень 2	Навыками моделирования социально-экономических показателей, подготовки данных для моделирования; выбора методов прогнозирования и подходящего программного обеспечения, оценки прогнозных свойств моделей.
Уровень 3	Методологией и навыками кратко и долгосрочного прогнозирования социально-экономических показателей на основе опыта работы с большими массивами разнообразной информации и применения современного программного обеспечения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	теоретические основы моделирования временных рядов;
3.1.2	современные методы анализа и прогнозирования показателей временных рядов;
3.1.3	основные эконометрические модели временных рядов.
3.2	Уметь:
3.2.1	собирать и готовить для анализа и моделирования данные, описывающие экономический процесс или явление во времени;

3.2.2	проводить полный цикл исследования временного ряда: от графического представления данных до прогнозов на краткосрочный период;
3.2.3	строить стандартные эконометрические модели временных рядов, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками анализа временных рядов;
3.3.2	современными методами проведения исследований временных рядов;
3.3.3	навыками самостоятельного пополнения своих знаний в области эконометрического моделирования временных рядов;
3.3.4	навыками использования специализированного программного обеспечения для анализа и моделирования временных рядов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте пакт.	Примечание
	Раздел 1. Трендсезонное и ARIMA моделирование						
1.1	Определение, классификация, типы и структура временного ряда /Лек/	1	2	ПК-10	Л1.1 Л2.1	0	
1.2	Лабораторная 1. Трендсезонное моделирование /Лаб/	1	4	ПК-10	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	2	Доклады по актуальности выбранных для анализа показателей
1.3	Выполнение 1 части исследовательского проекта /Ср/	1	12	ПК-10	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
1.4	Стационарность временных рядов. /Лек/	1	2	ПК-10	Л1.1	0	
1.5	Лабораторная 2. ARIMA моделирование /Лаб/	1	4	ПК-10	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	2	Доклады по оцененным моделям ARIMA
1.6	Выполнение 2 части исследовательского проекта /Ср/	1	12	ПК-10	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	0	
	Раздел 2. Причинность по Грэнджеру и VAR моделирование						
2.1	Нестационарные модели временных рядов. Причинность по Грэнджеру. /Лек/	1	2	ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л2.1	0	
2.2	Лабораторная 3. Причинность по Грэнджеру /Лаб/	1	4	ПК-10	Л2.1 Э1 Э2	2	Сообщения по выбранным показателям для выявления Грэнджер - причинности
2.3	Выполнение 3 части исследовательского проекта /Ср/	1	12	ПК-10	Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	0	
2.4	Модели многомерных временных рядов. Векторная авторегрессия. /Лек/	1	2	ПК-10	Л1.1	0	
2.5	Лабораторная 4. Векторная авторегрессия /Лаб/	1	4	ПК-10	Л1.2 Л2.1 Э4 Э5	0	
2.6	Выполнение 4 части исследовательского проекта /Ср/	1	12	ПК-10	Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	0	
2.7	/Зачёт/	1	0			0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Презентация статьи, подготовленной по результатам проведения исследовательского проекта

5.2. Темы курсовых работ (проектов)
Не предусмотрена
5.3. Фонд оценочных средств
Техническое задание на исследовательский проект. Приложение 1 Вопросы по курсу. Приложение 2 Тесты. Приложение 3
5.4. Перечень видов оценочных средств
Виды работ и шкалы оценок. Приложение 4 Исследовательский проект. Вопросы по курсу Тесты.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
6.1. Рекомендуемая литература			
6.1.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Афанасьев В.Н.	Анализ временных рядов и прогнозирование	Саратов: 2019 www.iprbookshop.ru/78217.htm
Л1.2	Величко А.С. ,	Эконометрика в Eviews	Саратов: 2016 www.iprbookshop.ru/47403.html
6.1.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Кремер Н.Ш., Путко Б.А.	Эконометрика: Учебник для студентов вузов	ЮНИТИ-ДАНА, 2012
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"			
Э1	http://stat.kg – НСК КР		
Э2	http://www.nbkr.kg – НБКР		
Э3	http://www.gks.ru – Федеральная служба государственной статистики РФ		
Э4	http://www.cbr.ru – ЦБ РФ		
Э5	http://www.statistika.ru – Портал статистических данных РФ		
Э6	http://sophist.hse.ru/hse/nindex.shtml - Единый архив экономических и социологических данных		
Э7	http://www.ess-ru.ru – Европейское социальное обследование		
Э8	http://www.hse.ru/rf/lms - Российский мониторинг экономического положения и здоровья населения		
6.3. Перечень информационных и образовательных технологий			
6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии			
6.3.1.1	Традиционные: Лекции, лабораторные работы, доклады.		
6.3.1.2	Инновационные: Исследовательский проект, подготовка статьи.		
6.3.1.3	Информационные: Сбор данных по динамике выбранного показателя в Кыргызстане и России. Презентация разделов исследовательского проекта.		
6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения			
6.3.2.1	http://stat.kg – НСК КР		
6.3.2.2	http://www.nbkr.kg – НБКР		
6.3.2.3	http://www.gks.ru – Федеральная служба государственной статистики РФ		
6.3.2.4	http://www.cbr.ru – ЦБ РФ		
6.3.2.5	http://www.statistika.ru – Портал статистических данных РФ		
6.3.2.6	http://sophist.hse.ru/hse/nindex.shtml - Единый архив экономических и социологических данных		
6.3.2.7	http://www.ess-ru.ru – Европейское социальное обследование		

6.3.2.8	http://www.hse.ru/rims - Российский мониторинг экономического положения и здоровья населения
6.3.2.9	http://www.worldbank.org – Всемирный Банк
6.3.2.10	http://cyberleninka.ru/ - Научная электронная библиотека
6.3.2.11	http://elibrary.ru - Научная электронная библиотека
6.3.2.12	http://www.dislib.ru/ - Авторефераты, диссертации, монографии, научные статьи, книги
6.3.2.13	http://www.dslib.net – Библиотека диссертаций с авторефератами
6.3.2.14	http://www.автореферат.рф – Авторефераты
6.3.2.15	http://www.dissercat.com – Электронная библиотека диссертаций
6.3.2.16	http://www.snoskainfo.ru/ - Оформитель библиографических ссылок

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Лекции проводятся в виде компьютерных презентаций с использованием мультимедийных средств. Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе, оснащённом персональными компьютерами с необходимыми параметрами и с установленным профессиональным программным обеспечением. Используется Интернет для доступа к необходимым статистическим ресурсам.
-----	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Технологическая карта и вес работ. Приложение 5
 Дополнительные материалы по курсу. Приложение 6
 Методические указания для работы с VAR моделями. Приложение 7

Техническое задание
для выполнения самостоятельного исследования на тему
«Сравнительный анализ динамики показателя... в Кыргызстане и России»
по курсу Эконометрика (продвинутый уровень)

1. Выбрать объект исследования. Сформировать временные ряды 2-х одинаковых/сопоставимых показателей. Один по России, другой – по Кыргызстану (не менее, чем 24 периода).
2. Обосновать актуальность исследования.
3. Описать выбранные объекты и характеризующие их показатели (экономическое содержание и измерение).

Часть 1 – Тренд-сезонное моделирование, базируется на (Лк. - 2 ч., лб. - 4 ч.)

1. Представьте графики временного ряда для наблюдения совместной динамики.
2. Дайте общую характеристику поведения.
3. Постройте и опишите коррелограмму.
4. Оцените параметры 2-3 трендовых моделей. Опишите все построенные модели, запишите их математическую форму и статистические свойства, сравните качество построенных моделей. Обсудите достоинства, проблемы и недостатки полученных моделей. Выберите наилучшую модель, обоснуйте выбор. Проверьте модель на адекватность. Постройте прогноз.
5. Присутствует ли сезонность в Ваших рядах? Какие модели можно использовать при моделировании сезонности. Оцените и сравните соответствующие модели. Опишите все построенные модели, запишите их математическую форму и статистические свойства, сравните качество построенных моделей. Обсудите достоинства, проблемы и недостатки полученных моделей. Выберите наилучшую модель, обоснуйте ваш выбор. Проверьте модель на адекватность. Постройте прогноз.
6. Используйте тренд-сезонные аддитивные модели. Оцените и сравните 2-3 модели. Опишите все построенные модели, запишите их математическую форму и статистические свойства, сравните качество построенных моделей. Обсудите достоинства, проблемы и недостатки полученных моделей. Выберите наилучшую модель, обоснуйте ваш выбор. Проверьте модель на адекватность. Постройте прогноз.
7. Сравните все построенные модели и прогнозы, полученные по ним. Обсудите достоинства, проблемы и недостатки полученных моделей. Какая модель самая наилучшая? Ответ обоснуйте.
8. Результат представьте в виде отчета объемом 5-6 страниц с оформлением по ГОСТ Р 7.0.5–2008 (Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления) ГОСТ 7.32 – 2001 (Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления)

Часть 2. Моделирование временного ряда на основе моделей ARIMA, базируется на (Лк. - 2 ч., лб. - 4 ч.)

1. Представьте графики временного ряда для наблюдения совместной динамики. Дайте общую характеристику поведения.
2. Постройте и опишите автокорреляционную и частную автокорреляционную функции. Какой вывод можно сделать по характеру ACF и PACF?
3. Проверьте ряды на стационарность с помощью теста Дики-Фуллера. В случае нестационарности ряда, приведите его к стационарному виду взятием первых разностей. Постройте графики первых разностей
4. Постройте и оцените 3-4 предполагаемых модели ARIMA (выбор моделей обоснуйте). Рассчитайте для них значения информационных критериев. Опишите все модели, запишите их математическую форму и статистические свойства. Сравните качество построенных моделей. Из всех моделей выберите одну наилучшую, обоснуйте Ваш выбор. Проверьте модель на адекватность. На основе выбранной адекватной модели постройте прогноз. Подведите итог Вашего исследования в заключении.
5. Результат представьте в виде отчета объемом 5-6 страниц с оформлением по ГОСТ Р 7.0.5–2008 (Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления) ГОСТ 7.32 – 2001 (Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления)

Часть 3. Причинность по Грэнджеру, базируется на (Лк. - 3 ч., лб. - 4 ч.)

1. Подберите показатель, который теоретически связан с моделируемым показателем. Опишите показатель. Представьте графики временного ряда для наблюдения совместной динамики выбранного и моделируемого показателей по каждой стране. Дайте общую характеристику совместного поведения.
2. Проверьте ряд на стационарность с помощью теста Дики-Фуллера. В случае нестационарности ряда, приведите его к стационарному виду взятием разностей. Постройте графики разностей. Убедитесь, что выбранный и моделируемые показатели имеют одну степень интеграции.
3. Проведите тест Грэнджера на причинность по каждой стране отдельно. Подробно опишите полученные результаты, в том числе лаговые связи.
4. Результат представьте в виде отчета объемом 5-6 страниц с оформлением по ГОСТ Р 7.0.5–2008 (Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления) ГОСТ 7.32 – 2001 (Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления)

Часть 4. Векторная авторегрессия , базируется на (Лк. - 3 ч., лб. - 4 ч.)

1. Постройте векторные авторегрессии для каждой страны отдельно на основе выбранного и описанного в 3 части показателя.
2. Описать и объяснить модель авторегрессии включая: лаговые переменные, критерии Шварца и Акайки, таблицу/график AR-корней, парные тесты причинно-следственной зависимости по Грэнджеру, тесты на исключение лагов, критерии длины лагирования.

3. Построить и объяснить парные перекрестные коррелограммы, провести тест множителей Лагранжа для автокорреляций, протестировать остатки на нормальность распределения и на наличие гетероскедастичности.
4. Провести анализ откликов на импульсы. Описать и объяснить полученные результаты.
5. Провести декомпозицию (разложение) дисперсии. Описать и объяснить полученные результаты.
6. Результаты всех проведенных исследований представьте в виде статьи объемом 5 страниц с оформлением по ГОСТ Р 7.0.5–2008 (Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления) ГОСТ 7.32 – 2001 (Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления).
7. В статье должны быть следующие разделы: название, аннотация, ключевые слова, описание предмета и объекта исследования, актуальность темы, исходные данные, результаты моделирования, выводы, список использованных источников.

**Вопросы по курсу
Эконометрика (продвинутый уровень)**

1. Понятие временного ряда.
2. Классификация временных рядов: по времени (моментные, интервальные), по форме представления показателей (абсолютные, относительные, средние), по содержанию показателей (частные, агрегированные).
3. Трудности сбора и обработки данных для формирования корректных временных рядов.
4. Типы временных рядов (тренд, сезон).
5. Структура временных рядов простейшие модели временных рядов (аддитивная и мультипликативная)
6. Основные этапы анализа временного ряда.
7. Понятие лага, автокорреляции и автокорреляционной функции.
8. Коррелограмма.
9. Выявление структуры временного ряда на основе коррелограммы.
10. Максимальный порядок коэффициента автокорреляции
11. Понятие стационарности временного ряда.
12. Классификация временных рядов (строго стационарные, слабо стационарные, нестационарные).
13. Признаки нестационарности временного ряда.
14. Условия стационарности.
15. Динамические модели временных рядов.
16. Модель «Белый шум».
17. Модели авторегрессионных процессов (Марковский, Юла, n-го порядка).
18. Примеры (модель и график) некоторых авторегрессионных моделей первого порядка.
19. Модели скользящего среднего. Теорема Вольда.
20. ARMA(p,q) модель.
21. Обнаружение нестационарности. (графический анализ временного ряда, аналитическая проверка условий стационарности).
22. Обнаружение нестационарности на основе коррелограммы.
23. Использование конечных разностей для приведения нестационарного ряда к стационарному.
24. ARIMA(p,d,q) модель.
25. Практические рекомендации определения порядка p и q в AR(p) MA(q) моделях.
26. Формальный метод обнаружения нестационарности на основе базовой модели.
27. Тест Дики-Фулера (DF). Нулевая гипотеза
28. Процессы с константой и детерминированным трендом.
29. Автокорреляция остатков.
30. Расширенный тест Дики-Фулера (ADF).
31. Выбор k-порядка AR – процесса в оцениваемой регрессии при использовании ADF теста.
32. Тест Лагранжа (LM – тест). Нулевая гипотеза.

33. Этапы подбора модели ARIMA(p,d,q)
34. Понятие коинтеграции.
35. Актуальность теории коинтеграции.
36. Равновесные отношения.
37. Условие существования коинтеграции между двумя временными рядами.
38. Тестирование гипотезы о коинтеграции (Тест Дики-Фулера,).
39. Алгоритм тестирования гипотезы о коинтеграции временных рядов на основе теста Дики-Фулера.
40. Процесс коррекции ошибок.
41. Общий вид модели коррекции ошибок (ECM).
42. Простейшая модель ECM, $p=q=0$.
43. Модель коррекции ошибок при известных продажах и затратах на рекламу
44. Причинность по Грэнджеру
45. Тест Грэнджера на причинность
46. Понятие о векторной авторегрессии VAR: определение, условие стационарности, частные случаи и приложения.
47. Коинтеграция в VAR-моделях.
48. Основные типы VAR-моделей.
49. Преимущества и проблемы использования VAR-моделей.

**Тесты по курсу
Эконометрика (продвинутый уровень)**

Вопрос № 1

Непосредственно измерив характеристики объекта через определенные промежутки времени формируют последовательность ...

1. трендовых значений
2. значений сезонных колебаний
3. уровней временного ряда
4. коэффициентов автокорреляции

Вопрос № 2

Хронологическая последовательность значений признака, характеризующего состояние данного объекта, называется ...

1. корреляционным полем
2. автокорреляционной функцией
3. временным рядом
4. случайной выборкой

Вопрос № 3.

Значение показателя в определенный момент времени называется

1. медианой
2. дисперсией
3. уровнем временного ряда
4. средним значением

Вопрос № 4.

В процессе формирования уровней временного ряда всегда участвует

1. сезонность
2. цикличность
3. случайная компонента
4. тренд

Вопрос № 5.

Под временным рядом понимается последовательность наблюдений некоторого признака Y ,

1. который не изменяется с течением времени
2. который зависит от признака X , изменяющегося с течением времени
3. значения которого упорядочены во времени
4. значения которого не упорядочены во времени

Вопрос № 6

Уровнем временного ряда является ...

1. совокупность значений временного ряда
2. значение конкретного момента времени
3. значение временного ряда в конкретный момент (период) времени
4. среднее значение временного ряда

Вопрос № 7

В формировании уровней любого временного ряда всегда присутствуют...

1. факторы, формирующие тенденцию ряда
2. линейные факторы
3. случайные факторы
4. факторы, формирующие циклические колебания ряда

Вопрос № 8

Отдельные значения экономической характеристики объекта, полученные в последовательные моменты или периоды времени, называются ...

1. множественной регрессией
2. вариационным рядом
3. уровнями временного ряда
4. автокорреляционной функцией

Вопрос № 9

Совокупность нерегулярных факторов, не поддающиеся учету и регистрации, но оказывающих воздействие на формирование значений временного ряда, называется ...

1. трендом
2. сезонными колебаниями
3. случайными колебаниями
4. линейной регрессией

Вопрос № 10

Если временной ряд представлен в виде суммы соответствующих компонент, то полученная модель носит название ...

1. мультипликативной
2. обобщенной
3. аддитивной
4. компонентной

Вопрос № 11

Модель временного ряда предполагает ...

1. пренебрежение временными характеристиками ряда
2. отсутствие периодичности моментов (периодов) времени, в течении которых рассматривается поведение экономического показателя
3. независимость значений экономического показателя от времени
4. зависимость значений экономического показателя от времени

Вопрос № 12

Модели, построенные на основе данных, характеризующих поведение исследуемого объекта за ряд последовательных моментов времени, называются ...

1. моделями временных рядов
2. системами одновременных уравнений
3. периодическими моделями
4. последовательными моделями

Вопрос № 13

Временным рядом называют ...

1. упорядоченные во времени значения показателя
2. временно созданный набор данных
3. набор любых экономических данных для исследования
4. ряд данных, полученный расчетным путем за короткое время

Вопрос № 14

Под лагом подразумевается число...

1. уровней исходного временного ряда
2. пар значений, по которым рассчитывается коэффициент автокорреляции
3. периодов, по которым рассчитывается коэффициент автокорреляции
4. временных рядов, по которым осуществляется расчет коэффициента автокорреляции

Вопрос № 15

Коррелограммой является

1. графическое отображение регрессионной функции
2. процесс экспериментального нахождения значений автокорреляционной функции
3. графическое отображение автокорреляционной функции
4. аналитическое выражение для автокорреляционной функции

Вопрос № 16

Высокое значение коэффициента автокорреляции порядка L для уровней временного ряда свидетельствует о том, что исследуемый ряд содержит (помимо тенденции) ...

Варианты ответов. Кол-во правильных ответов - 1

1. только случайную компоненту
2. нелинейный тренд
3. колебания с периодом L
4. ярко выраженный тренд

Вопрос № 17

Автокорреляцией уровней временного ряда называется зависимость ...

1. дисперсии последовательных и предыдущих уровней ряда от времени
2. математических ожиданий уровней ряда от времени
3. между последовательными и предыдущими уровнями ряда
4. математических ожиданий последовательных и предыдущих уровней ряда

Вопрос № 18

На основе анализа временного ряда построена следующая таблица

лаг	1	2	3	4	5	6	7
коэффициент автокорреляции	0,03	-0,5	0,48	0,97	0,1	-0,35	0,23

Период сезонных колебаний равен

1. 2
2. 9
3. 4
4. 8

Вопрос № 19

Коррелограммой является ...

1. графическое отображение регрессионной функции
2. процесс экспериментального нахождения значений автокорреляционной функции
3. графическое отображение автокорреляционной функции
4. аналитическое выражение для автокорреляционной функции

Вопрос № 20

Значение коэффициента автокорреляции второго порядка характеризует связь между ...

1. исходными уровнями и уровнями второго временного ряда
2. двумя временными рядами
3. исходными уровнями и уровнями этого же ряда, сдвинутыми на 2 момента времени
4. исходными уровнями и уровнями другого ряда, сдвинутыми на 2 момента времени

Вопрос № 21

Автокорреляцией уровней временного ряда называют корреляционную зависимость между

1. значениями его остатков
2. наблюдаемыми и расчетными значениями исследуемого временного показателя
3. уровнями исходного временного ряда и уровнями этого ряда, сдвинутыми на один или несколько периодов времени
4. его трендовой и сезонной компонентами

Вопрос № 22

Если ни один из вычисленных коэффициентов линейной автокорреляции уровней ряда не оказался значимым, ряд не содержит ...

1. циклических колебаний, его уровень определяется только трендовыми показателями и случайной компонентой
2. случайной компоненты, его уровень определяется только тенденцией и циклическими колебаниями
3. линейной тенденции и циклических колебаний, его уровень определяется только случайной компонентой
4. тенденции, его уровень определяется только циклическими колебаниями и случайной компонентой

Вопрос № 23

Структуру временного ряда можно выявить на основе

1. лаговой переменной
2. коэффициента детерминации
3. коррелограммы
4. дисперсии остатков

Вопрос № 24

Автокорреляционная функция может служить для выявления во временном ряду наличия или отсутствия следующих составляющих:

1. тренда
2. случайной компоненты
3. дисперсии остатков
4. фиктивной переменной

Вопрос № 25

Укажите справедливые утверждения относительно автокорреляционной функции временного ряда.

1. линейная функция
2. является возрастающей функцией от уровней ряда
3. всегда является монотонно убывающей функцией от уровней ряда

4. служит для выявления структуры временного ряда

Вопрос № 26

Если во временном ряде наиболее высокими значениями характеризуются коэффициент автокорреляции первого порядка (r_1) и коэффициент автокорреляции ($r_k, k > 3$), то допустимыми являются выводы о том, что ряд содержит ...

Варианты ответов. Кол-во правильных ответов - 2

1. сезонную компоненту и линейный тренд
2. только случайную компоненту
3. только линейный тренд
4. структура ряда не определяется

Вопрос № 27

Если факторы входят в модель как сумма, то модель называется ...

1. суммарной
2. производной
3. аддитивной
4. мультипликативной

Вопрос № 28

Известны значения аддитивной модели временного ряда: Y_t – значение уровня ряда, $Y_t = 30$, T – значение тренда, $T=15$, E – значение компоненты случайных факторов $E=2$.

определите значение сезонной компоненты S .

1. $S=1$
2. $S=-1$
3. $S=13$
4. $S=0$

Вопрос № 29

Гипотеза об аддитивной структурной схеме взаимодействия факторов, формирующих уровни временного ряда, означает правомерность следующего представления ...

1. тренд = уровень временного ряда + конъюнктурная компонента + сезонный фактор + случайная компонента
2. случайная компонента = тренд + конъюнктурная компонента + сезонный фактор + уровень временного ряда
3. уровень временного ряда = тренд + конъюнктурная компонента + сезонный фактор + случайная компонента
4. уровень временного ряда = случайная компонента – тренд + конъюнктурная компонента + сезонный фактор

Вопрос № 30

Модель временного ряда, имеющая следующую спецификацию $Y_i = T_i \cdot S_i + C_i + E_i$ (где Y_i – уровень временного ряда, T_i – тренд, S_i – сезонная компонента, C_i – конъюнктурная компонента, E_i – случайная компонента), называется ...

1. аддитивной
2. смешанной
3. мультипликативной

Вопрос № 31

Пусть X_t – значения временного ряда, TC_t - тренд-циклическая компонента этого ряда, S_t – сезонная компонента, E_t – случайная компонента. Тогда общий вид мультипликативной модели временного ряда можно представить как ...

1. $X_t = TC_t + S_t \cdot E_t$
2. $X_t = TC_t \cdot S_t + E_t$
3. $X_t = TC_t \cdot S_t \cdot E_t$
4. $X_t = TC_t + S_t + E_t$

Вопрос № 32

Пусть X_t – значения временного ряда с квартальными наблюдениями, S_t – аддитивная сезонная компонента, причем для первого квартала года $S_t = S_1 = 1$, для второго квартала года $S_t = S_2 = -6$, для третьего квартала года $S_t = S_3 = 3$. Определите оценку сезонной компоненты для четвертого квартала года $S_t = S_4 = \dots$

Варианты ответов. Кол-во правильных ответов - 1

1. -4
2. 4
3. 2
4. -2

Вопрос № 33

Построена аддитивная модель временного ряда, где Y_t – значение уровня ряда, $Y_t = 10$, T – значение тренда, S – значение сезонной компоненты, E – значений случайной компоненты. Определите вариант правильно найденных значений компонент уровня ряда.

Варианты ответов. Кол-во правильных ответов - 1

1. $T=5, S=2, E=0$
2. $T=5, S=2, E=1$
3. $T=5, S=2, E=3$
4. $T=7, S=5, E=2$

Вопрос № 34

Временной ряд характеризуется постоянным характером циклических и сезонных колебаний, тогда для его описания используется.

1. множественная нелинейная
2. мультипликативная
3. классическая парная линейная
4. аддитивная

Вопрос № 35

Плавно меняющаяся детерминированная компонента уровней временного ряда, описывающая чистое влияние долговременных факторов, называется ...

1. случайной составляющей
2. циклической составляющей
3. трендом
4. сезонным колебанием

Вопрос № 36

Пусть X_t – значения временного ряда с квартальными наблюдениями, S_t – мультипликативная сезонная компонента, причем для первого квартала года $S_t = S_1 = 2$,

для второго квартала года $S_t = S_2 = 3/4$, для третьего квартала года $S_t = S_3 = 2$.
Определите оценку сезонной компоненты для четвертого квартала года $S_t = S_4 = \dots$

1. 3
2. $-19/4$
3. $19/4$
4. $1/3$

Вопрос № 37

Пусть X_t – значения временного ряда с квартальными наблюдениями, S_t – мультипликативная сезонная компонента, причем для второго квартала года $S_t = S_2 = 1/2$, для третьего квартала года $S_t = S_3 = 8$, для четвертого квартала года $S_t = S_4 = 3$. Определите оценку сезонной компоненты для первого квартала года $S_t = S_1 = \dots$

Варианты ответов. Кол-во правильных ответов - 1

1. 12
2. $1/12$
3. $-1/12$
4. 1

Вопрос № 38

Стационарность временного ряда означает отсутствие ...

1. значений уровней ряда
2. наблюдений по уровням временного ряда
3. тренда
4. временной характеристики

Вопрос № 39

Временной ряд, отличающийся от стационарного на неслучайную составляющую (трендовую или периодическую компоненту), называется ...

Варианты ответов. Кол-во правильных ответов - 1

1. строго стационарным
2. слабо стационарным
3. нестационарным
4. регрессионным

Вопрос № 40

Закон изменения нестационарного временного ряда y_t близок к экспоненциальному. Этот ряд приводится к стационарному процессу x_t с помощью ...

1. расчёта первых разностей
2. расчёта вторых разностей
3. логарифмирования цепных индексов
4. расчёта темпов прироста

Вопрос № 41

Для временного ряда рассматривается авторегрессионный процесс первого порядка $Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot Y_{t-1} + \varepsilon_t$. Известно, $\alpha_1 = 0,8$. Временной ряд является

1. рядом типа «белый шум»
2. описанием взрывного процесса
3. нестационарным
4. стационарным

Вопрос № 42

Пусть X_t — стохастический процесс. Пусть для него выполнены следующие условия:

$E(X_t) = \text{const}$ — постоянство математического ожидания, $\text{Var}(X_t) = \text{const}$ — постоянство дисперсии, $\text{Cov}(X_t, X_{t+\tau}) = \gamma(\tau)$ — автоковариация, зависящая только от величины лага между рассматриваемыми переменными. Тогда данный процесс является ...

Варианты ответов. Кол-во правильных ответов - 1

1. нестационарным
3. слабо стационарным

Вопрос № 43

Процессом, который всегда является слабым стационарным является ...

Варианты ответов. Кол-во правильных ответов - 1

1. процесс случайного блуждания
2. смешанный процесс авторегрессии и скользящего среднего
3. процесс белого шума
4. процесс авторегрессии первого порядка

Вопрос № 44

Если случайные величины, образующие «белый шум» распределены нормально, тогда ...

Варианты ответов. Кол-во правильных ответов - 1

1. для временного ряда ярко выражены сезонные колебания
2. временной ряд является нестационарным
3. этот временной ряд называется гауссовским белым шумом
4. временной ряд имеет тренд

Вопрос № 45

Текущее значение экономического процесса y_t предопределено его предысторией. Пусть ε_t - ошибка модели в момент t , f - аналитическая функция. Тогда модель для указанного допущения имеет следующий вид ...

Варианты ответов. Кол-во правильных ответов - 1

1. $y_t = f(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, \varepsilon_t)$
2. $y_t = f(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots) + \varepsilon_t$
3. $y_t = f(y_{t-1})$
4. $y_t = f(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots)$

Вопрос № 46

Математическое выражение линейной модели временного ряда имеет вид ...

Варианты ответов. Кол-во правильных ответов - 1

1. $y_t = a_1 \cdot y_{t-1} + a_2 \cdot y_{t-2} + \dots + a_n \cdot y_{t-n} + \varepsilon_t$
2. $y_t = a_1 \cdot y_{t-1} + a_2 \cdot y_{t-2} + \dots + a_n \cdot y_{t-n}$
3. $y_t = a_1 \cdot y_{t-1} + a_2 \cdot y_{t-2} + \dots + a_n \cdot y_{t-n} + \varepsilon_t$
4. $y_t = a_0 + a_1 \cdot y_t + \varepsilon_t$

Вопрос № 47

Что характерно для ряда, являющегося случайным блужданием (без сдвига)?

Растущая дисперсия

1. Непостоянные значения коэффициентов автокорреляции
2. Растущее математическое ожидание и дисперсия
3. Растущее математическое ожидание

Вопрос № 48

Что характерно для ряда, являющегося случайным блужданием со сдвигом?

1. Растущее математическое ожидание и дисперсия
2. Растущая дисперсия
3. Растущее математическое ожидание
4. Непостоянные значения коэффициентов автокорреляции

Вопрос № 49

Каков порядок интегрированности стационарного ряда?

1. 0
2. 1
3. 2
4. 3

Вопрос № 50

Зачем в спецификации ADF теста участвуют лаговые значения разности ряда?

1. Для устранения автокорреляции
2. Для обеспечения ненулевого значения математического ожидания
3. Для устранения тренда
4. Для повышения объясняющей способности уравнения

Вопрос № 51

Наличие единичного корня означает наличие у ряда

1. Стохастического тренда
2. Детерминистского тренда
3. Стохастического и детерминистского тренда
4. Нет правильного ответа

Вопрос № 52

Пусть ADF-статистика = -2.43, а ее 5% критическое значение = -2.67. Можно ли с 95% вероятностью утверждать, что ряд является стационарным?

1. Нет
2. Да
3. Нельзя сказать определенно
4. Нет правильного ответа

Вопрос № 53

Зависимость вида $\gamma(X(t), X(t-k)) = f(k)$ называется

1. Автокорреляционной функцией
2. Частной автокорреляционной функцией
3. Лаговой структурой
4. Нет правильного ответа

Вопрос № 54

Оцененная модель имеет вид $X(t) = 0.8 + 0.3X(t-1) + 0.2X(t-2) + e(t) + 0.4e(t-1)$. Это модель

1. ARIMA (2,0,1)
2. ARIMA (1,1,2)
3. ARMA(1,2)
4. ARMA(1,1)

Вопрос № 55

Оцененная модель имеет вид $X(t) = 0.8 + 0.3X(t-1) + 0.2X(t-2) + e(t) + 0.4e(t-1)$. Известно, что $X(T-2) = 1$, $X(T-1) = 0.6$, $X(T) = 0.8$, $e(T) = 0.2$. Спрогнозировать $X(T+1)$.

1. 1.240
2. 1.440
3. 1.332
4. 1.044

Вопрос № 56

Как можно нестационарный ряд привести к стационарному?

1. Проинтегрировать нестационарный ряд
2. Возвести уровни ряда в квадрат
3. Очистить нестационарный ряд от тренда

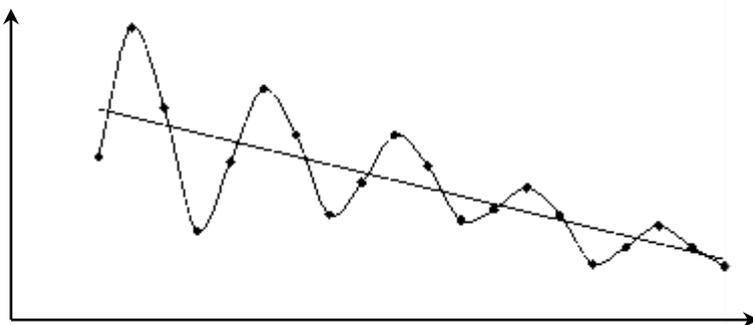
Вопрос № 57

Какой из перечисленных стохастических процессов никогда не может быть стационарным?

1. Правильного ответа нет
2. Белый шум
3. Авторегрессия первого порядка
4. Случайное блуждание со сдвигом

Вопрос № 58

Какая из моделей является наиболее подходящей для анализа структуры данного временного ряда:



1. мультипликативная
2. аддитивная
3. модель Солоу
4. модель белого шума

Вопрос № 59

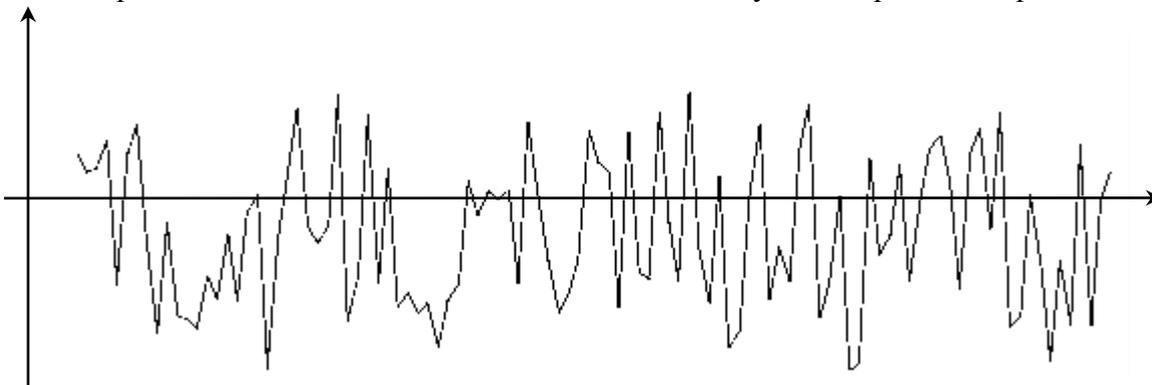
Какая основная гипотеза проверяется тестом Dickey-Fuller для уравнения $y_t = \mu + \rho y_{t-1} + \varepsilon_t$?

1. $H_0: \rho = 1$
2. $H_0: \rho \neq 0$

3. $H_1: \rho \neq 0$
4. $H_1: \rho = 1$

Вопрос № 60

Каким процессом наиболее точно можно описать следующий временной ряд?



1. белый шум
2. случайное блуждание со сдвигом
3. взрывной процесс
4. ARIMA (1,1,1)

Вопрос № 61

Временной ряд является стационарным, если выполняются следующие условия:

1. среднее значение, дисперсия и ковариация остаются постоянными
2. среднее значение, дисперсия и среднеквадратическое отклонение остаются постоянными, а ковариация равна нулю
3. среднее значение равно нулю, а дисперсия является постоянной
4. нет правильного ответа

Вопрос № 62

По какой формуле рассчитывается значение скользящей средней для квартальных данных

1. $MA_t = (0.5 * y_{t-2} + y_{t-1} + y_t + y_{t+1} + 0.5 * y_{t+2}) / 4$
2. $MA_t = (0.5 * y_{t-2} + y_{t-1} + y_{t+1} + 0.5 * y_{t+2}) / 4$
3. $MA_t = (y_{t-2} + y_{t-1} + y_t + y_{t+1} + y_{t+2}) / 5$
4. $MA_t = (y_{t-2} + y_{t-1} + 0.5 * y_t + y_{t+1} + y_{t+2}) / 4$

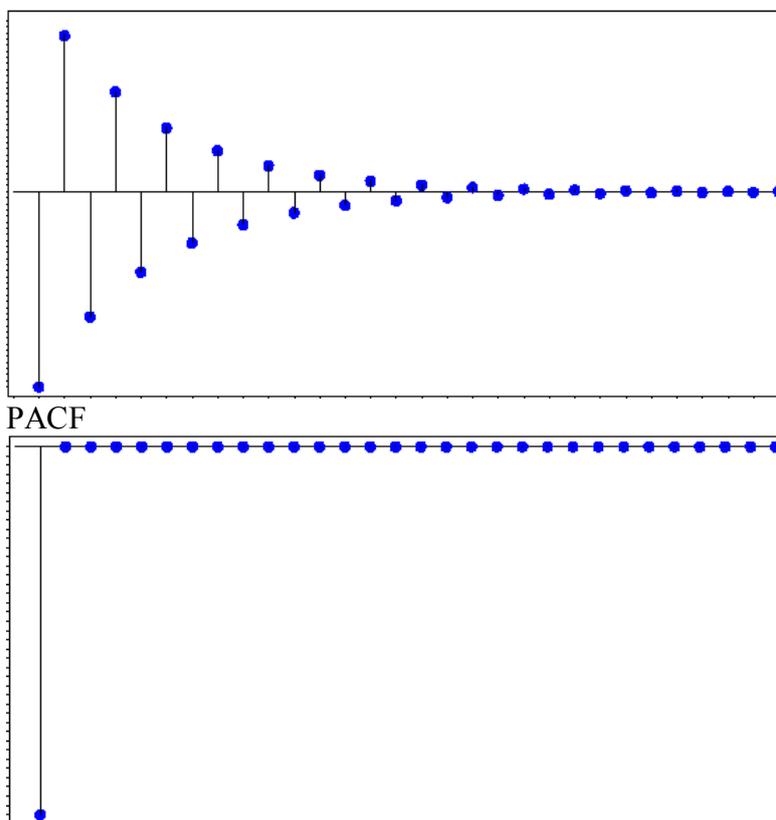
Вопрос № 63

Как корректируется значение среднесезонной компоненты в аддитивных моделях для квартальных данных

1. сумма 4-х (для каждого квартала) среднесезонных компонент должна быть равна 0
2. сумма 4-х (для каждого квартала) среднесезонных компонент должна быть равна 1
3. произведение 4-х (для каждого квартала) среднесезонных компонент должно быть равно 0
4. произведение 4-х (для каждого квартала) среднесезонных компонент должно быть равно 1

Вопрос № 64

Какому процессу соответствуют следующие автокорреляционная и частная автокорреляционная функция
ACF



1. AR (1)
2. MA (1)
3. ARMA (1,1)
4. ARMA (2,1)

Вопрос № 65

Как называется коинтеграционная модель, в которую в качестве одного из регрессоров включается лаговое значение остатков?

1. Модель коррекции ошибок
2. ARIMA
3. Полиномиальные лаги Алмон
4. Модель с распределенным лагом

Вопрос № 66

Что описывает коинтеграция?

1. долгосрочную линейную связь между переменными, которые связаны друг с другом равновесным отношением
2. долгосрочную линейную связь между переменными, которые не связаны друг с другом равновесным отношением
3. краткосрочную линейную связь между переменными, которые связаны друг с другом равновесным отношением
4. краткосрочную линейную связь между переменными, которые не связаны друг с другом равновесным отношением

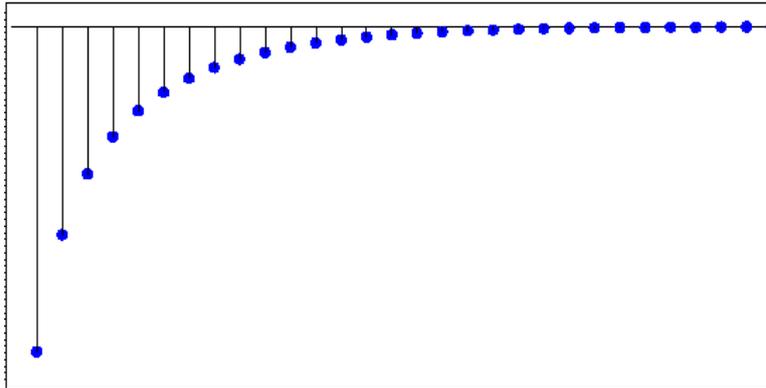
Вопрос № 67

Какому процессу соответствуют следующие автокорреляционная и частная автокорреляционная функция

ACF



PACF



1. MA (1)
2. AR (1)
3. ARMA (1,1)
4. ARMA (2,1)

Вопрос № 68

Какая основная гипотеза проверяется в тесте Бреуша-Годфри?

1. Отсутствие автокорреляции в остатках
2. Наличие автокорреляции остатков
3. Нет правильного ответа

Вопрос № 69

Какую спецификацию будет иметь модель ARIMA (3,0,1) для ряда X

1. X AR(1) AR(2) AR(3) MA(1) C
2. X MA(1) MA(2) MA(3) AR(1) C
3. D(X) AR(1) AR(2) AR(3) MA(1) C
4. DLOG(X) AR(1) AR(2) AR(3) MA(1) C

Вопрос № 70

Если в результате проверки на наличие автокорреляции тестом Бреуша-Годфри

$prob.F_{st} = 0.000127$, то о чем это свидетельствует?

1. Остатки модели автокоррелированы
2. Корреляционной связи в остатках модели не наблюдается
3. Модель ARMA/ARIMA не применима для рассматриваемых рядов данных
4. Единичный корень отсутствует

**Виды работ и шкалы оценок
по курсу Эконометрика (продвинутый уровень)**

Тесты

Тест – инструмент обязательного объективного контроля знаний студентов, обучающихся по дисциплинам, обеспечиваемых кафедрой ЭММ.

Целью тестирования является экспресс-оценка уровня знаний на основе использования стандартизованных вопросов или задач с ответами закрытого типа.

Тест служит для оценки освоения общепрофессиональных и профессиональных компетенций уровня «знать» и «уметь».

Преподаватель определяет количество вопросов для тестирования и время прохождения теста.

Тестирование проводится в системах ЭММ-тест, MyTest, Iren test.

Алгоритм оценивания теста

1. Определяется количество вопросов в тесте – N;
2. Рассчитывается вес вопроса – 100/N баллов;
3. Определяется общее количество баллов, полученных за тест $100/N * K$, где K – количество верных ответов.

Шкала оценивания уровня знаний с помощью теста

Низкий, 0-30 баллов	Фрагментарный, 31-59 баллов	Поверхностный, 60-69 баллов	Достаточный, 70-84 балла	Высокий, 85-100 баллов
--------------------------------	--	--	-------------------------------------	-----------------------------------

Доклад в форме презентации

Доклад – один из видов самостоятельной работы студентов, реализуемых кафедрой ЭММ, часто содержащий исследовательскую компоненту.

Доклад – это развернутое устное сообщение на выбранную/заданную тему, сделанное публично.

Доклад служит для оценки освоения общепрофессиональных и профессиональных компетенций уровня «уметь» и «владеть».

В качестве тем для докладов используется материал учебного курса, который не освещается в лекциях, а выносится на самостоятельное изучение.

Работа над докладом позволяет студентам приобрести новые знания, способствует освоению методов научного познания, формированию важных научно-исследовательских навыков и навыков публичного выступления.

Основной организационной формой для представления доклада является студенческая конференция различного статуса (групповая, курсовая, вузовская, межвузовская) или аудиторное занятие.

Шкала оценивания уровня навыков с помощью презентации доклада

	Низкий 0-30 баллов	Фрагментарный 31-59 баллов	Поверхностный 60-69 баллов	Достаточный 70-84 балла	Высокий 85-100 баллов	оценка	вес
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта, выводы отсутствуют	Проблема раскрыта частично. Выводы не соответствуют изложенной информации или выводов нет	Проблема раскрыта не глубоко. Выводы не соответствуют изложенной информации или выводы не полны	Проблема раскрыта. Не все выводы обоснованы.	Проблема раскрыта полностью. Выводы обоснованы	X1	0,5
Представление информации и результатов	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины. Результаты не представлены.	Представляемая информация и результаты логически не связаны, не систематизированы и не полны.	Представляемая информация и результаты логически связаны, но не систематизированы и не полны.	Представляемая информация и результаты логически связаны, систематизированы, но не полны.	Представляемая информация и результаты логически связаны, систематизированы, достаточно полны.	X2	0,2
Оформление презентации	Презентация нечитабельна	Более 5 ошибок в оформлении презентации	Не более 5 ошибок в оформлении презентации	Не более 4 ошибок в оформлении презентации	Не более 2 ошибок в оформлении презентации	X3	0,1
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Ответы полностью не соответствуют вопросам	Ответы только на элементарные вопросы	Ответы сформированы после дополнительных наводящих вопросов.	Ответы достаточно полные с приведением примеров и пояснений	X4	0,2

Итоговая оценка	$0,5 \cdot X1 + 0,2 \cdot X2 + 0,1 \cdot X3 + 0,2 \cdot X4$
------------------------	---

Исследовательский проект/часть проекта

Исследовательский проект – один из видов самостоятельной работы студентов, реализуемых кафедрой ЭММ.

Цель исследовательского проекта – на основании технического задания, разработанного преподавателем, провести в заданные сроки законченное исследование по заданной/выбранной теме, включающее, но не ограниченное следующими этапами: обзор литературы, разработка инструментов для сбора данных, сбор данных, формулирование гипотез, выбор методов обработки данных, обработка данных, описание полученных результатов, формулирование выводов, оформление исследовательского проекта в печатном виде.

Темы исследовательских проектов, как правило, предоставляются преподавателем, но возможна инициатива со стороны студентов.

Исследовательский проект служит для оценки освоения профессиональных компетенций уровня «уметь», «владеть».

	Низкий 0-30 баллов	Фрагментарный 31-59 баллов	Поверхностный 60-69 баллов	Достаточный 70-84 балла	Высокий 85-100 баллов	оценка	вес
Формальное выполнение технического задания (ТЗ)	Цели ТЗ не достигнуты	Цели ТЗ не достигнуты, но направление исследования в целом верное.	Формально цели ТЗ достигнуты не полностью. Выводы не сделаны или не обоснованы	Формально цели ТЗ достигнуты, но не все выводы сделаны или обоснованы.	Формально цели ТЗ достигнуты. Выводы в целом обоснованы.	X1	0,4
Сбор и обработка данных	Данных недостаточно для проведения исследования	Данных достаточно, данные из одного источника, многие из них некорректны и неполны	Данных достаточно, из нескольких источников, корректны, но неполны. Есть риски неверных выводов.	Данных достаточно, из нескольких источников, корректны, неполны. Есть риски неверных выводов.	Данных достаточно, источники данных дополняют друг друга, данные корректны и полны. Риски неверных выводов минимальны или отсутствуют.	X2	0,3
Количество	Не более	Не более 3	Не более 4	Не более 5	Более 5	X3	0,1

используемых источников информации	2						
Оформление печатной работы	Не соответствует ГОСТ	Работа изобилует ошибками в оформлении	Не более 5 ошибок в оформлении работы	Не более 4 ошибок в оформлении работы	Не более 2 ошибок в оформлении работы	X4	0,1
Своевременность сдачи	Не своевременно, 0 баллов		Своевременно, 100 баллов			X5	0,1
Итоговая оценка	$0,4 * X1 + 0,3 * X2 + 0,1 * X3 + 0,1 * X4 + 0,1 * X5$						

Технологическая карта

Дисциплина: **Эконометрика (продвинутый уровень)**
 Курс/семестр: 1/1
 Количество кредитов (ЗЕ): 2
 Отчетность: **Зачетно-экзаменационная ведомость (зачет)**

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачетный минимум	зачетный максимум	график контроля
Модуль 1					
Трендсезонное и ARIMA моделирование	Текущий контроль	Отчеты №1, №2	9	15	
	Рубежный контроль	Тест	9	15	
Модуль 2					
Причинность по Грэнджеру и VAR моделирование	Текущий контроль	Отчет №3	9	15	
	Рубежный контроль	Подготовка статьи	15	25	
ВСЕГО за семестр			42	70	
Промежуточный контроль (Зачет)			20	30	
Семестровый рейтинг по дисциплине			62	100	

Вес работ по курсу

«Эконометрика (продвинутый уровень)»

Содержание дисциплины	Тип контроля	Форма контроля	Уровень освоения компетенции	Количество единиц	Максимальный балл за контрольную единицу/за весь контроль	Вес	Максимум за форму контроля	
Модуль 1								
Трендсезонное и ARIMA моделирование	Текущий	Исследовательский проект	Уметь, владеть	2	100/200	0.075	15	
	Рубежный	Тестовые вопросы	знать	25	4/100	0.15	15	
Модуль 2								
Причинность по Грэнджеру и VAR моделирование	Текущий	Исследовательский проект	Уметь, владеть	1	100/100	0.15	15	
	Рубежный	Статья	Уметь, владеть	1	100/100	0,25	25	
Итог								
	Промежуточный	Презентация статьи	Уметь, владеть	1	100/100	0,3	30	
Семестровый рейтинг								100

**Дополнительные темы для изучения по курсу
Эконометрика (продвинутый уровень)**

1. Различие между рядами с детерминированным трендом и стохастическим трендом.
2. TSP и DSP модели.
3. Проблема определения принадлежности временного ряда к TSP и DSP модели.
4. Различение TS и DS рядов в классе моделей ARMA: гипотеза единичного корня.
Процедура Доладо.
5. Обзор альтернативных процедур: критерий Филлипса – Перрона, критерий Лейбурна, критерий DF-GLS.

Методические указания по построению VAR моделей

Векторная авторегрессия (VAR, Vector AutoRegression) — модель динамики нескольких временных рядов, в которой текущие значения этих рядов зависят от прошлых значений этих же временных рядов [1].

Векторная модель авторегрессии предложена Кристофером Симсом в 1980 году и является обобщением моделей авторегрессии к многомерным временным рядам, представляет собой систему уравнений, в которой каждая переменная (компонента многомерного временного ряда) представлена линейной комбинацией всех переменных в предыдущие моменты времени [2].

Векторные модели авторегрессии строятся по *стационарным* временным рядам. В случае, если ряды нестационарны, то:

- приводятся к стационарным путем взятия разностей;
- строятся векторные модели корректировки ошибок (VECM).

Порядок модели p в VAR(p) определяется максимальным порядком лага участвующих переменных.

Простейшая VAR-модель включает две переменные с лагом 1, число уравнений модели равно числу переменных:

$$\begin{cases} x_{t1} = \alpha_{10} + \alpha_{11} x_{t-1,1} + \alpha_{12} x_{t-1,2} + \varepsilon_{t1} \\ x_{t2} = \alpha_{20} + \alpha_{21} x_{t-1,1} + \alpha_{22} x_{t-1,2} + \varepsilon_{t2} \end{cases}, \quad (1)$$

где α_{10}, α_{20} - свободные параметры; α_{ij} - параметры авторегрессии ($i, j = 1, 2$); $\varepsilon_{1}, \varepsilon_{2}$ - взаимно некоррелированные «белые шумы» [2].

В общем виде для k переменных и числа лагов p модель авторегрессии (VAR(p)) имеет вид:

$$\begin{cases} x_{t1} = \alpha_1 + \alpha_{11}^{[1]} x_{t-1,1} + \dots + \alpha_{1k}^{[1]} x_{t-1,k} + \alpha_{11}^{[2]} x_{t-2,1} + \dots + \alpha_{1k}^{[2]} x_{t-2,k} + \dots + \alpha_{11}^{[p]} x_{t-p,1} + \dots + \alpha_{1k}^{[p]} x_{t-p,k} + \varepsilon_{t1} \\ x_{t2} = \alpha_2 + \alpha_{21}^{[1]} x_{t-1,1} + \dots + \alpha_{2k}^{[1]} x_{t-1,k} + \alpha_{21}^{[2]} x_{t-2,1} + \dots + \alpha_{2k}^{[2]} x_{t-2,k} + \dots + \alpha_{21}^{[p]} x_{t-p,1} + \dots + \alpha_{2k}^{[p]} x_{t-p,k} + \varepsilon_{t2} \\ \dots \\ x_{tk} = \alpha_k + \alpha_{k1}^{[1]} x_{t-1,1} + \dots + \alpha_{kk}^{[1]} x_{t-1,k} + \alpha_{k1}^{[2]} x_{t-2,1} + \dots + \alpha_{kk}^{[2]} x_{t-2,k} + \dots + \alpha_{k1}^{[p]} x_{t-p,1} + \dots + \alpha_{kk}^{[p]} x_{t-p,k} + \varepsilon_{tk} \end{cases} \quad (2)$$

или в векторно-матричной записи:

$$\begin{pmatrix} x_{t1} \\ x_{t2} \\ \dots \\ x_{tk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \dots \\ \alpha_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \alpha_{11}^{[1]} & \dots & \alpha_{1k}^{[1]} \\ \alpha_{21}^{[1]} & \dots & \alpha_{2k}^{[1]} \\ \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{k1}^{[1]} & \dots & \alpha_{kk}^{[1]} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{t-1,1} \\ x_{t-1,2} \\ \dots \\ x_{t-1,k} \end{pmatrix} + \dots + \begin{pmatrix} \alpha_{11}^{[p]} & \dots & \alpha_{1k}^{[p]} \\ \alpha_{21}^{[p]} & \dots & \alpha_{2k}^{[p]} \\ \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{k1}^{[p]} & \dots & \alpha_{kk}^{[p]} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{t-p,1} \\ x_{t-p,2} \\ \dots \\ x_{t-p,k} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{t1} \\ \varepsilon_{t2} \\ \dots \\ \varepsilon_{tk} \end{pmatrix} \quad (3)$$

или

$$X_t = \alpha + A^{[1]} X_{t-1} + \dots + A^{[p]} X_{t-p} + \varepsilon_t.$$

К преимуществам VAR-моделей можно отнести:

- Возможность оценки параметров методом МНК;
- Отсутствие разделения переменных на экзогенные и эндогенные;
- Более точный и простой для исполнения прогноз.

К недостаткам VAR-моделей можно отнести:

- Непростую процедуру определения порядка VAR модели;
- Чем больше переменных и больше лагов участвуют в VAR, тем больше требуется данных для оценки параметров;
- Коэффициенты VAR неинтерпретируемы.

Изучим построение и исследование векторной модели авторегрессии для двумерного временного ряда. Для моделирования возьмем данные по ВВП в постоянных ценах 2008 года и количеству безработных в России за период с I квартала 2002 года по II квартал 2015 года.

На рисунке 1 представлены ряды динамики изучаемых показателей.

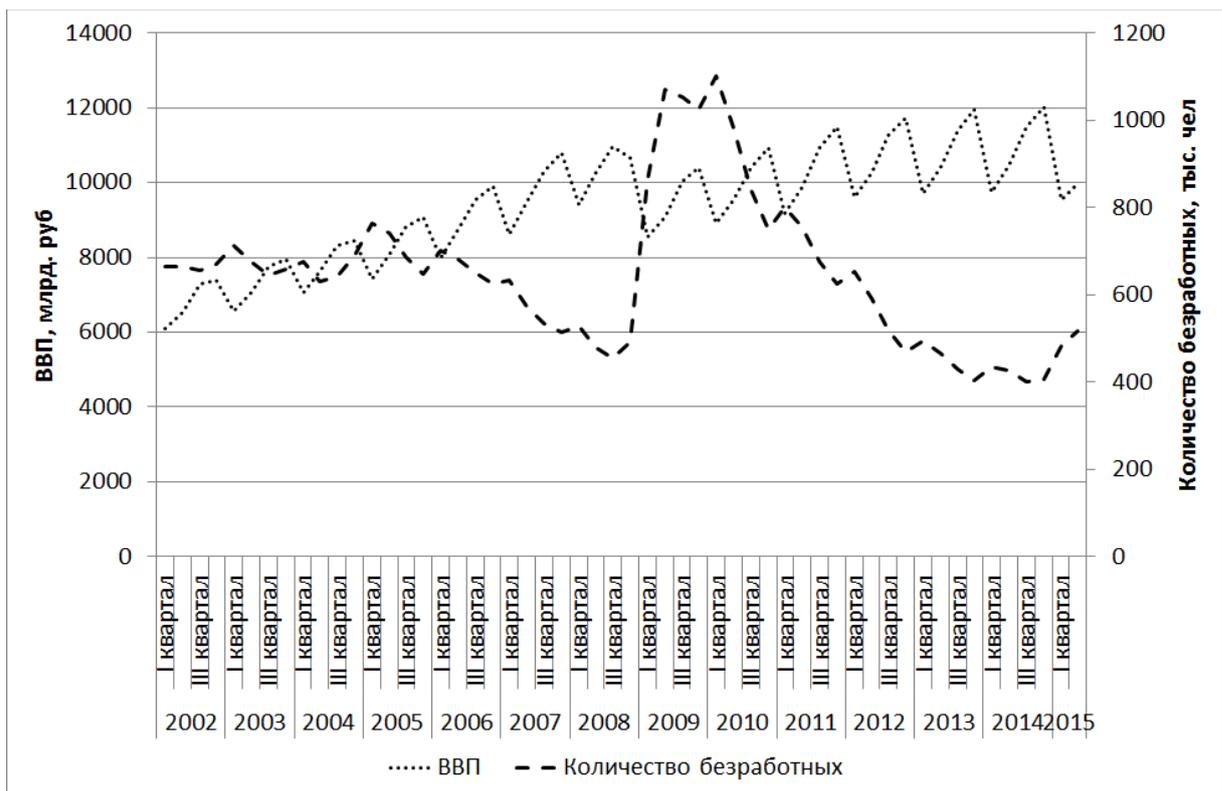


Рисунок 1. – Изменение ВВП и количества безработных за 2002-2015 гг. в России

По графику изменения ВВП и количества безработных за 2002-2015 гг. в России можно сделать предположение о нестационарности временных рядов, так как прослеживается наличие трендов и периодических колебаний. Чтобы проверить предположение, построим коррелограммы и воспользуемся тестом Дикки-Фуллера.

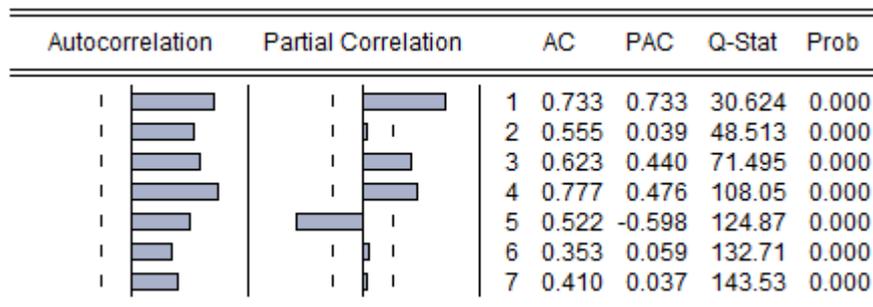


Рисунок 2. – Correlogramma показателя ВВП в России

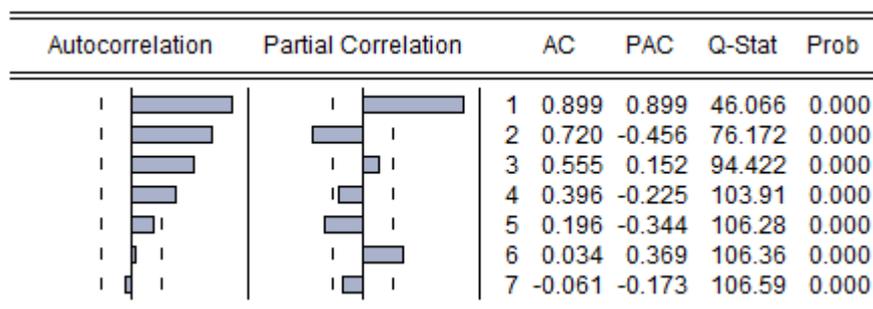


Рисунок 3. – Correlogramma показателя численности безработных в России

Correlogramмы показателей ВВП и количества безработных в России говорят о нестационарности данных рядов, так как значения AC в первом лаге близки к 1, а затем correlogramмы медленно убывают, значения PAC в первом лаге близки к 1, а остальные значения статистически не значимы.

В тесте Дики-Фуллера проверяется гипотеза о нестационарности ряда. В таблице 1 представлены результаты теста для ряда ВВП по уровням. Расчетное значение t-статистики превышает критическое значение на 5% уровне значимости, следовательно, нулевая гипотеза о нестационарности ряда принимается.

Таблица 1. – Тест Дики-Фуллера для ряда ВВП по уровням

Null Hypothesis: GDP has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 1 (Fixed)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.827482	0.0614
Test critical values: 1% level	-3.562669	
5% level	-2.918778	
10% level	-2.597285	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDP(-1)	-0.266981	0.094423	-2.827482	0.0068
D(GDP(-1))	-0.070279	0.135694	-0.517923	0.6068
C	2590.696	898.4423	2.883542	0.0058
R-squared	0.166998	Mean dependent var	66.28210	

Фадеева Е., ЭПЭАМ -2015, КРСУ

Adjusted R-squared	0.132998	S.D. dependent var	1019.332
S.E. of regression	949.1300	Akaike info criterion	16.60493
Sum squared resid	44141541	Schwarz criterion	16.71750
Log likelihood	-428.7282	Hannan-Quinn criter.	16.64809
F-statistic	4.911694	Durbin-Watson stat	2.083237
Prob(F-statistic)	0.011372		

Для уровней ряда показателей численности безработных расчетное значение t-статистики также меньше критического на 5% уровне значимости, что говорит о нестационарности ряда.

Таблица 2. – Тест Дики-Фуллера для ряда численности безработных по уровням

Null Hypothesis: UNEMP has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Fixed)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.506371	0.1198
Test critical values:		
1% level	-3.562669	
5% level	-2.918778	
10% level	-2.597285	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
UNEMP(-1)	-0.140979	0.056248	-2.506371	0.0156
D(UNEMP(-1))	0.466275	0.127986	3.643158	0.0006
C	90.29471	37.81828	2.387594	0.0209

R-squared	0.247282	Mean dependent var	-2.819231
Adjusted R-squared	0.216559	S.D. dependent var	77.21540
S.E. of regression	68.34505	Akaike info criterion	11.34298
Sum squared resid	228881.3	Schwarz criterion	11.45555
Log likelihood	-291.9174	Hannan-Quinn criter.	11.38613
F-statistic	8.048715	Durbin-Watson stat	1.814014
Prob(F-statistic)	0.000949		

Проведем тест Дики-Фуллера для рядов показателей ВВП и количества безработных в первых разностях:

Таблица 3. – Тест Дики-Фуллера для ряда ВВП в первых разностях

Null Hypothesis: D(GDP) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Fixed)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-11.08150	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.611094	
5% level	-1.947381	
10% level	-1.612725	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GDP(-1))	-1.933164	0.174450	-11.08150	0.0000
D(GDP(-1),2)	0.656154	0.117906	5.565052	0.0000
R-squared	0.749252	Mean dependent var	-6.020524	
Adjusted R-squared	0.744134	S.D. dependent var	1578.208	
S.E. of regression	798.3074	Akaike info criterion	16.24129	
Sum squared resid	31227440	Schwarz criterion	16.31705	
Log likelihood	-412.1529	Hannan-Quinn criter.	16.27024	
Durbin-Watson stat	2.960790			

Таблица 4. – Тест Дики-Фуллера для ряда численности безработных в первых разностях

Null Hypothesis: D(UNEMP) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Fixed)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.262571	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.611094	
5% level	-1.947381	
10% level	-1.612725	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(UNEMP,2)

Method: Least Squares

Date: 12/24/15 Time: 01:19

Sample (adjusted): 2002Q4 2015Q2

Included observations: 51 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(UNEMP(-1))	-0.798525	0.151737	-5.262571	0.0000
D(UNEMP(-1),2)	0.304960	0.137454	2.218638	0.0312
R-squared	0.367452	Mean dependent var	0.876471	
Adjusted R-squared	0.354543	S.D. dependent var	86.13837	
S.E. of regression	69.20388	Akaike info criterion	11.35042	
Sum squared resid	234669.7	Schwarz criterion	11.42617	
Log likelihood	-287.4356	Hannan-Quinn criter.	11.37937	
Durbin-Watson stat	1.890641			

Для рядов показателей ВВП и количества безработных расчетное значение t-статистики меньше критического значения, следовательно, нулевая гипотеза отвергается. Данные ряды являются стационарными в первых разностях. Следует отметить, что для построения VAR-моделей важным моментом является одинаковый порядок интегрирования рядов.

Для дальнейшей работы необходимо сгенерировать ряды первых разностей, что можно сделать с помощью опции Genr:

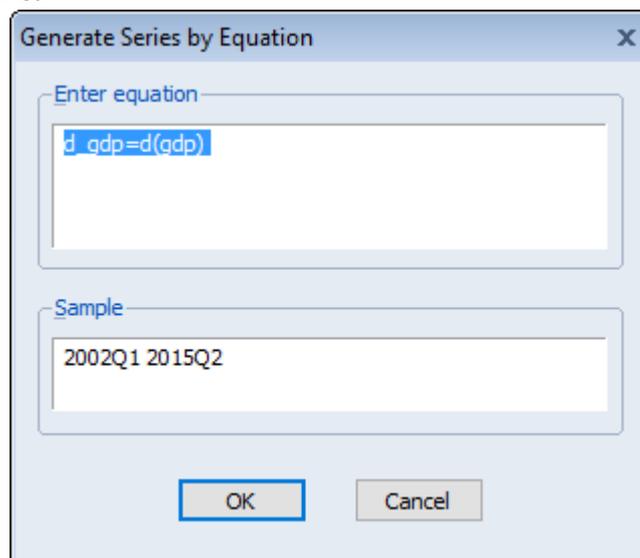


Рисунок 4. – Генерирование ряда первых разностей

На рисунке 5 показаны ряды первых разностей показателей ВВП и количества безработных.

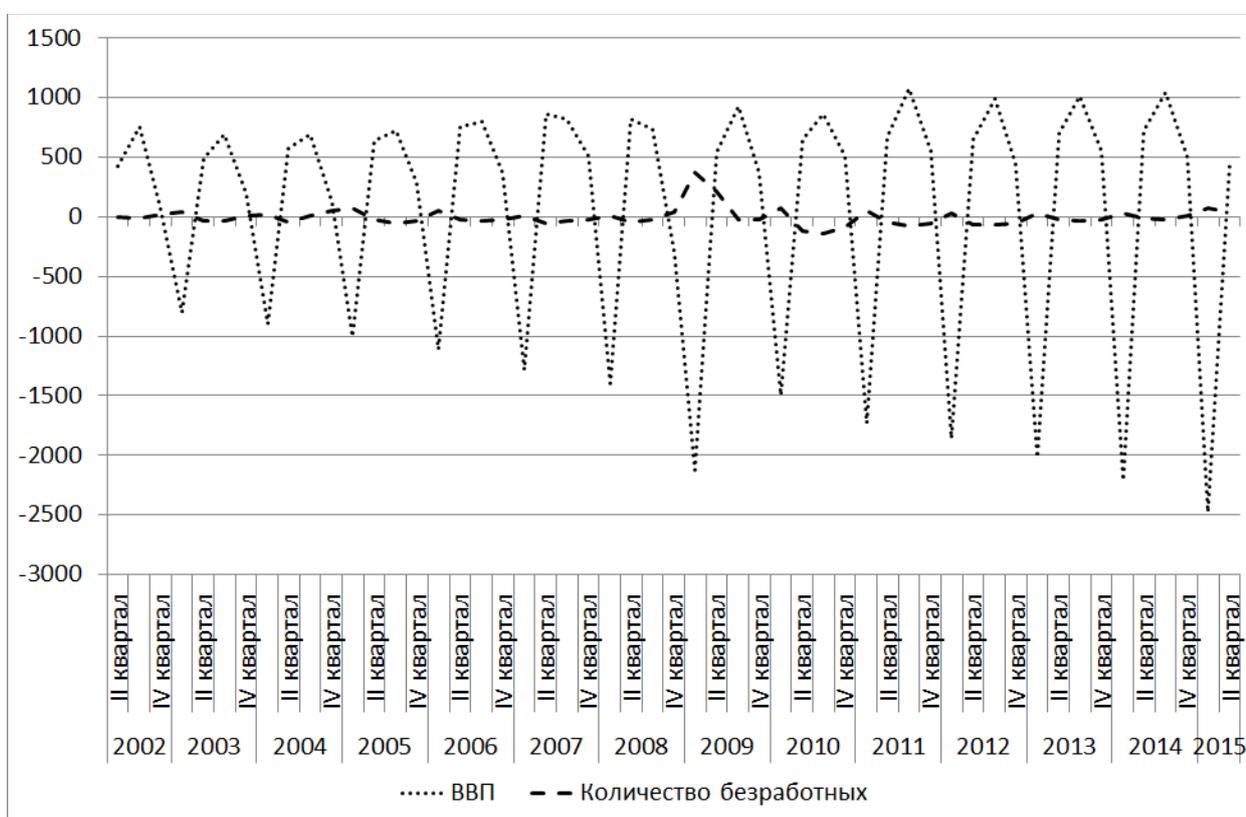


Рисунок 5. – Ряды первых разностей изменения ВВП и количества безработных за 2002-2015 гг. в России

Далее необходимо провести тест Грэнджера на причинность.

Тест Грэнджера на причинность (англ. Granger causality test) — процедура проверки причинно-следственной связи («причинность по Грэнджеру») между временными рядами. Идея теста заключается в том, что значения (изменения) временного ряда x_t , являющегося причиной изменений временного ряда y_t , должны предшествовать изменениям этого временного ряда, и кроме того, должны вносить значимый вклад в прогноз его значений.

В тесте Грэнджера последовательно проверяются две нулевые гипотезы: «x не является причиной y по Грэнджеру» и «y не является причиной x по Грэнджеру». Для проверки этих гипотез строятся две регрессии: в каждой регрессии зависимой переменной является одна из проверяемых на причинность переменных, а регрессорами выступают лаги обеих переменных (фактически это векторная авторегрессия).

$$\begin{aligned} y_t &= a_0 + a_1 y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + b_1 x_{t-1} + \dots + b_p x_{t-p} + \varepsilon_t \\ x_t &= c_0 + c_1 x_{t-1} + \dots + c_p x_{t-p} + d_1 y_{t-1} + \dots + d_p y_{t-p} + u_t \end{aligned} \quad (5)$$

Для каждой регрессии нулевая гипотеза заключается в том, что коэффициенты при лагах второй переменной одновременно равны нулю.

$$\begin{aligned} H_0^1 : b_1 = \dots = b_p = 0 \\ H_0^2 : d_1 = \dots = d_p = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

Данные гипотезы можно проверить, например, с помощью F-теста или LM-теста. Необходимо отметить, что результаты теста могут зависеть от количества использованных лагов в регрессиях [3].

Для проведения теста необходимо открыть проверяемые ряды, которые уже приведены к стационарному виду, как группу. Далее в меню View выбрать опцию Granger Causality.

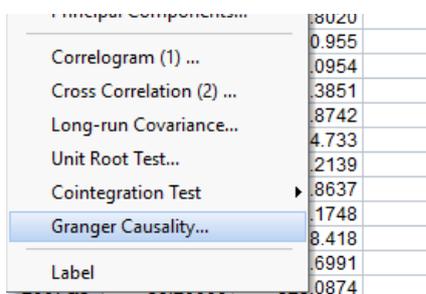


Рисунок 6. – Тест Грэнджера на причинность

В окне Lag Specification необходимо подобрать такое количество лагов, при котором вероятность осуществления нулевой гипотезы меньше 5%. Если для любого количества лагов вероятность осуществления нулевой гипотезы больше 5%, то выбранные ряды не влияют друг на друга и смысла в построении VAR-модели нет.

Таблица 5. – Результаты теста Грэнджера на причинность

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
D_GDP does not Granger Cause			
D_UNEMP	49	7.67939	0.0001
D_UNEMP does not Granger Cause D_GDP		5.80969	0.0009

Для построения VAR-модели необходимо выбрать опцию Procs/Make Vector Autoregression...

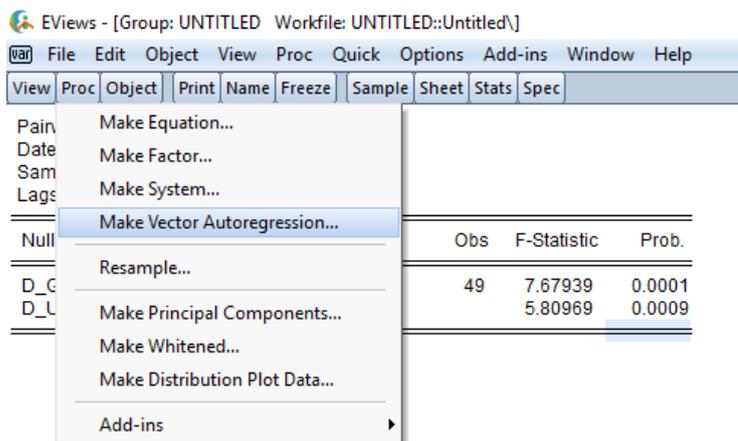


Рисунок 7. – Построение VAR-модели

В появившемся окне необходимо:

- ввести список эндогенных переменных, входящих в векторную авторегрессию (Endogenous Variables), и экзогенных переменных (Exogenous Variables);
- выбрать необходимое количество включаемых запаздываний эндогенных переменных, т.е. порядок векторной авторегрессии (Lag Intervals for Endogenous). Эта информация вводится попарно: каждая пара чисел определяет диапазон лагов. Например, лаговая пара: 1 4 говорит программе EViews использовать в правых частях уравнений системы в качестве переменных все эндогенные переменные с лагами от первого до четвертого порядка. Можно добавлять любое число интервалов лагирования, притом все интервалы лагирования необходимо вводить попарно. К примеру, если вводятся лаги 2 4 6 9 12 12, то в модели отобразятся лаги со 2 по 4, с 6 по 9 и 12 [5].
- интервал, на котором нужно оценить модель (Estimation Sample) [4].

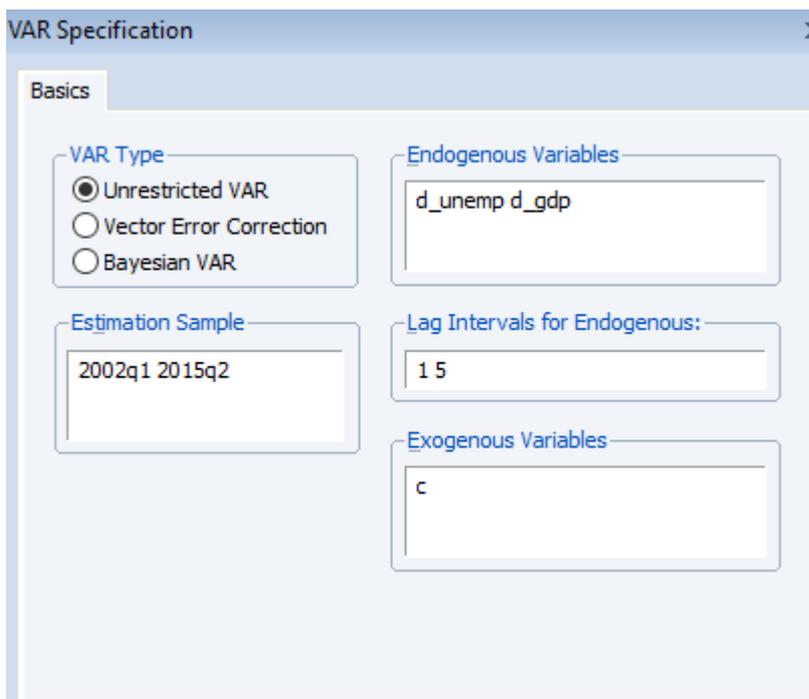


Рисунок 8. – Задание параметров VAR-модели

Фадеева Е., ЭПЭАМ -2015, КРСУ

В рассматриваемом примере оценивается модель пятого порядка показателей ВВП и количества безработных на интервале с 1 квартала 2002 года по 2 квартал 2015 года:

Таблица 6. – Результаты оценивания коэффициентов в VAR-модели

	D_UNEMP	D_GDP
D_UNEMP(-1)	0.385557 (0.13870) [2.77979]	-0.076667 (0.60578) [-0.12656]
D_UNEMP(-2)	-0.327325 (0.15795) [-2.07237]	0.044715 (0.68985) [0.06482]
D_UNEMP(-3)	0.151713 (0.16505) [0.91920]	1.610709 (0.72087) [2.23441]
D_UNEMP(-4)	0.493840 (0.17874) [2.76282]	-0.979542 (0.78068) [-1.25472]
D_UNEMP(-5)	-0.144594 (0.11923) [-1.21278]	-0.264419 (0.52073) [-0.50779]
D_GDP(-1)	-0.240445 (0.04056) [-5.92771]	0.560314 (0.17716) [3.16273]
D_GDP(-2)	-0.004453 (0.02302) [-0.19343]	-0.128205 (0.10055) [-1.27498]
D_GDP(-3)	0.013352 (0.02336) [0.57161]	-0.077188 (0.10202) [-0.75661]
D_GDP(-4)	-0.017415 (0.02295) [-0.75867]	0.906509 (0.10026) [9.04190]
D_GDP(-5)	0.269453 (0.04135) [6.51702]	-0.742967 (0.18058) [-4.11428]
C	-5.577318 (8.65963) [-0.64406]	29.89095 (37.8217) [0.79031]
R-squared	0.817050	0.979673
Adj. R-squared	0.767604	0.974179
Sum sq. resids	54957.32	1048355.
S.E. equation	38.54002	168.3268

Фадеева Е., ЭПЭАМ -2015, КРСУ		
F-statistic	16.52412	178.3258
Log likelihood	-237.1437	-307.9058
Akaike AIC	10.33932	13.28774
Schwarz SC	10.76814	13.71656
Mean dependent	-3.270833	60.96167
S.D. dependent	79.94620	1047.540

Determinant resid covariance (dof adj.)	35829847
Determinant resid covariance	21289523
Log likelihood	-541.1875
Akaike information criterion	23.46615
Schwarz criterion	24.32378

Каждый столбец в таблице соответствует уравнению в VAR-модели.

В таблице приведены оценки коэффициентов модели со стандартными ошибками в (...) и t-статистиками в [...] (критическое значение t-статистики можно узнать по таблице распределения Стьюдента, для данного примера оно равно 2), а также стандартные МНК-статистики, характеризующие качество каждого уравнения системы. Последние 5 строк таблицы – статистики, характеризующие оцененную модель векторной авторегрессии:

Determinant Resid Covariance (dof adj.) – определитель ковариационной матрицы случайных ошибок модели (степени свободы скорректированы) рассчитывается по формуле:

$$|\mathbb{Q}| = \det \left(\frac{1}{T-p} \sum_i \epsilon_i \epsilon_i' \right) \quad (7)$$

где: T – длина временного ряда, p – порядок векторной авторегрессии.

При нескорректированных степенях свободы в формуле (7) число параметров p исключается.

Log Likelihood – значения логарифмической функции максимального правдоподобия рассчитывается в предположении, что случайные ошибки модели подчиняются многомерному закону нормального распределения:

$$l = \frac{T}{2} [k(1 + \log 2\pi) + \log |\mathbb{Q}|] \quad (8)$$

Информационные критерии Акаике и Шварца (Akaike Information Criteria и Schwarz Criteria):

$$AIC = -\frac{2l}{T} + \frac{2n}{T} \quad (9)$$

$$BIC = -\frac{2l}{T} + \frac{n \log T}{T} \quad (10)$$

где $n=k(d+pk)$ – число всех параметров, оцениваемых в модели векторной авторегрессии, k – число эндогенных переменных, d – число экзогенных переменных (включая константу).

Фадеева Е., ЭПЭАМ -2015, КРСУ

Эти информационные критерии можно использовать для выбора модели, например, для определения длины лагирования в VAR-модели. Здесь предпочтительнее модели с *меньшими* значениями информационного критерия.

В окне VAR имеются меню View/Lag Structure и View/Residual Tests. Они предназначены для того, чтобы помочь проверить правомерность оцененной VAR-модели.

Меню View/Lag Structure (лаговая структура)

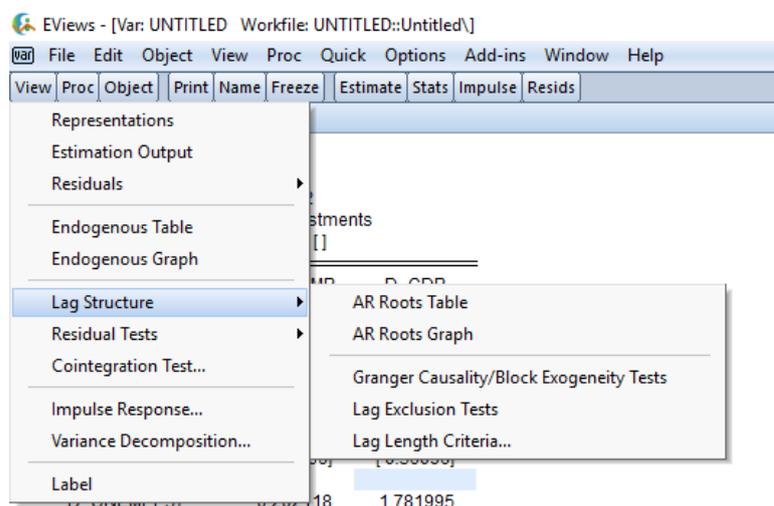


Рисунок 9. – Меню Lag Structure VAR-модели

Опции AR Roots Table/Graph (Таблица/график AR-корней). С помощью этих опций сообщаются обратные корни характеристического AR-полинома. Оцененная VAR-модель стационарна, если все обратные корни по модулю меньше единицы и находятся внутри единичного круга. Если VAR-модель не стационарна, то определенные результаты (например, стандартные ошибки отклика на импульс) не допустимы.

Таблица 6. – Значения характеристических корней VAR-модели

Root	Modulus
-1.017406	1.017406
0.003224 - 1.013573i	1.013578
0.003224 + 1.013573i	1.013578
-0.150687 - 0.820255i	0.833981
-0.150687 + 0.820255i	0.833981
0.802290 - 0.031085i	0.802892
0.802290 + 0.031085i	0.802892
0.623563 - 0.503563i	0.801503
0.623563 + 0.503563i	0.801503
-0.593503	0.593503

Warning: At least one root outside the unit

Фадеева Е., ЭПЭАМ -2015, КРСУ
circle.

VAR does not satisfy the stability condition.

В таблице 6 приводятся значения характеристических корней, а в нижней части таблицы (последние две строки) указывается, удовлетворяет ли многомерный временной ряд условию устойчивости, т.е. является ли слабостационарным многомерным процессом.

Наглядно корни характеристического AR-полинома можно увидеть на графике:

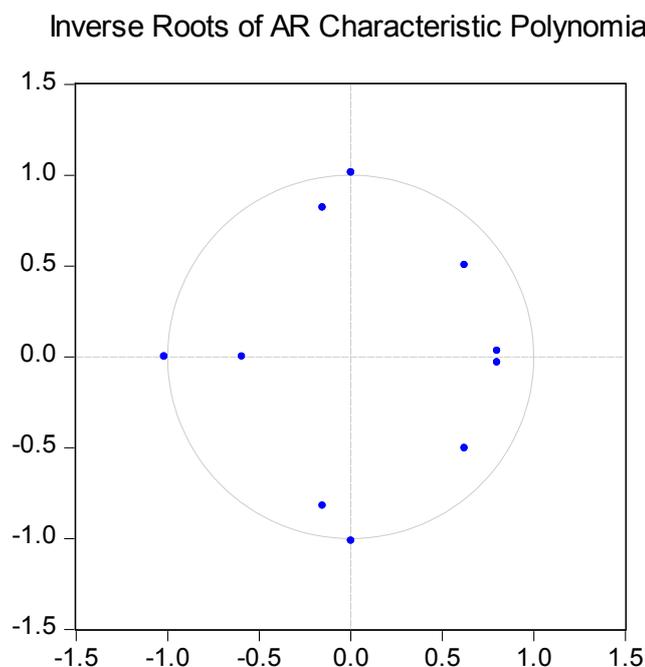


Рисунок 10. – График характеристических корней VAR-модели

Опция Granger Causality/Block Exogeneity Tests (парные тесты причинно-следственной зависимости по Грэнжеру). С помощью этой опции проверяются гипотезы о том, что некоторые эндогенные переменные на самом деле являются экзогенными. Для каждого уравнения в VAR-модели вывод результатов отображает статистику хи-квадрат (Вальда) совместной значимости эндогенной переменной этого уравнения с каждой другой лагированной эндогенной переменной. Статистика в последней строке (All)— статистика совместной значимости эндогенной переменной этого уравнения со всеми другими лагированными эндогенными переменными.

Таблица 7. – Результаты теста Грэнджера для VAR-модели

Dependent variable: D_UNEMP

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D_GDP	30.71754	4	0.0000
All	30.71754	4	0.0000

Dependent variable: D_GDP

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
----------	--------	----	-------

Фадеева Е., ЭПЭАМ -2015, КРСУ

D_UNEMP	23.23877	4	0.0001
АИ	23.23877	4	0.0001

В рассматриваемом примере вероятность того, что безработица и ВВП на самом деле являются экзогенными, а не эндогенными переменными, равна 0. Следовательно, они оказывают влияние друг на друга.

Опция Lag Exclusion Tests (тесты на исключение лагов). С помощью этой опции для лага каждого порядка в VAR-модели выполняется тестирование на исключение этого лага. Для каждого уравнения в отдельности, для лага каждого порядка сообщается статистика хи-квадрат (Вальда) совместной значимости всех лагированных эндогенных переменных с лагом этого порядка в совокупности для всех уравнений (столбец Joint).

Таблица 8. – Тест на исключение лагов

Chi-squared test statistics for lag exclusion:
Numbers in [] are p-values

	D_UNEMP	D_GDP	Joint
Lag 1	96.46594 [0.000000]	16.21358 [0.000301]	97.69646 [0.000000]
Lag 2	5.153337 [0.076027]	2.234291 [0.327212]	7.302508 [0.120740]
Lag 3	0.864357 [0.649094]	9.497622 [0.008662]	13.76328 [0.008090]
Lag 4	11.75757 [0.002798]	109.9180 [0.000000]	120.6337 [0.000000]
Lag 5	45.72037 [1.18e-10]	16.94708 [0.000209]	49.55388 [4.47e-10]
df	2	2	4

Как видно из таблицы, в данном примере незначимыми оказались переменная ВВП во 2 лаге и переменная безработица в 3 лаге. Второй лаг оказался незначимым. Чтобы удалить незначимый лаг, в меню Proc необходимо выбрать опцию Specify/Estimate и в окне Lag Intervals for Endogenous вместо 1 5 указать 1 1 3 5.

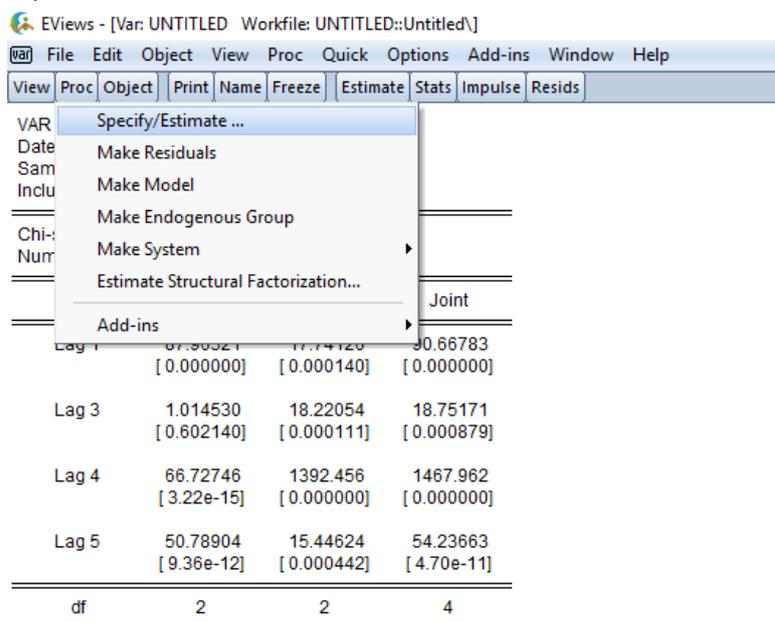


Рисунок 11. – Меню Proc VAR-модели

Опция Lag Length Criteria (критерии длины лагирования). С помощью этой опции вычисляются значения различных критериев, позволяющих наилучшим образом выбрать порядок p векторной авторегрессии VAR(p) без ограничений. Выбрав эту опцию необходимо указать количество запаздываний, для которых необходимо провести тестирование.

Таблица 9. – Таблица критериев длины лагирования

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-602.5674	NA	5.59e+09	28.11941	28.20133	28.14962
1	-591.5156	20.56138	4.03e+09	27.79142	28.03717	27.88205
2	-578.4585	23.07764	2.65e+09	27.37016	27.77975	27.52121
3	-537.2137	69.06105	4.70e+08	25.63785	26.21126	25.84931
4	-506.4600	48.63374	1.36e+08	24.39349	25.13074	24.66536
5	-486.3570	29.92074*	65136803*	23.64451*	24.54559*	23.97680*
6	-485.3059	1.466785	75899432	23.78167	24.84658	24.17437
7	-481.5399	4.904514	78446460	23.79255	25.02130	24.24568
8	-478.5587	3.605176	84755850	23.83994	25.23252	24.35348
9	-475.8768	2.993712	93756580	23.90125	25.45766	24.47520
10	-471.3827	4.598588	96466451	23.87827	25.59851	24.51264

Для каждого числа запаздываний приводится 6 различных статистик, позволяющих выбрать лучшую модель, которая указывается звездочкой «*». Таким образом, для рассматриваемого примера, порядок авторегрессии $p=5$.

Меню View/Residual Tests (тестирование остатков)

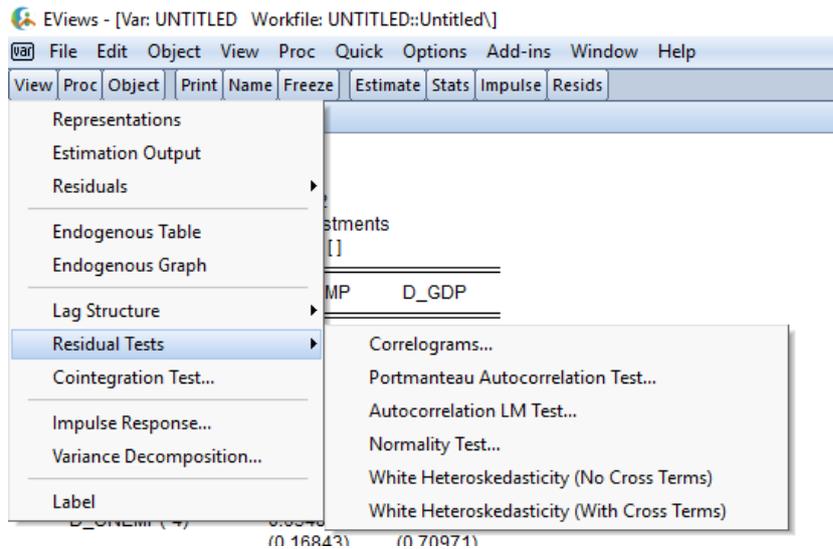


Рисунок 12. – Меню Residual Tests VAR-модели

Опция Correlograms (коррелограммы). С помощью этой опции для специфицированного числа лагов отображаются парные перекрестные коррелограммы (выборочные автокорреляции) оцененных остатков VAR-модели. Перекрестные коррелограммы могут отображаться в трех различных форматах. Предоставляются две табличные формы, в одной форме представление упорядочено по переменным (опция Tabulate by Variable), а в другой — по лагам(опция Tabulate by Lag). Форма Graph отображает матрицу парных перекрестных коррелограмм. Пунктирные линии на каждом графике представляют плюс или минус два, умноженное на асимптотическую стандартную ошибку лагированных корреляций.

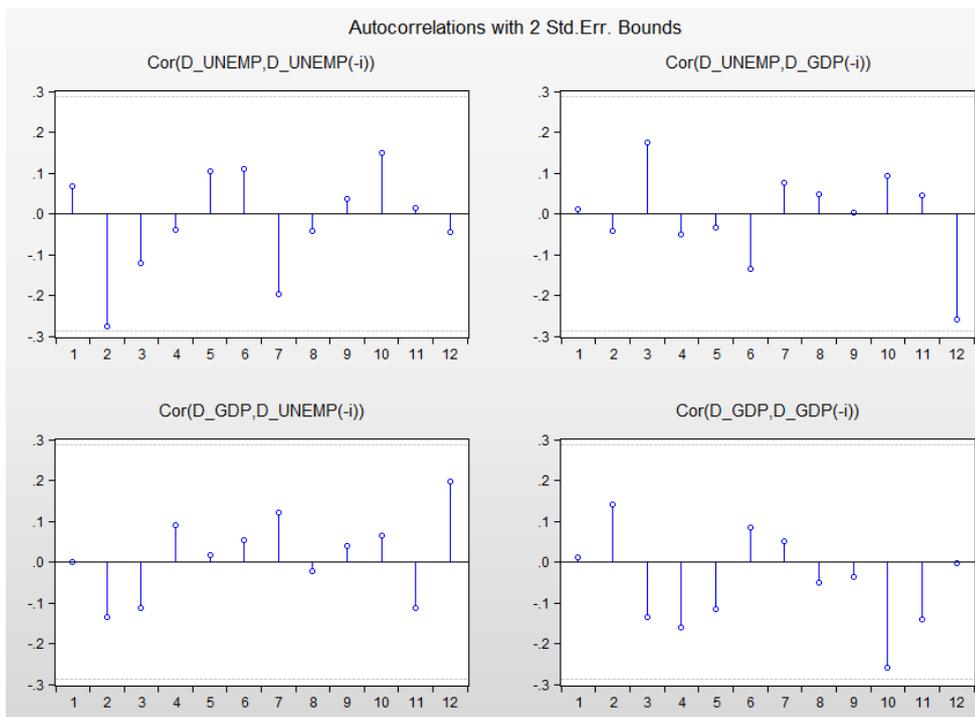


Рисунок 13. – Коррелограмма остатков VAR-модели

Фадеева Е., ЭПЭАМ -2015, КРСУ

Для рассматриваемого примера значения коэффициентов автокорреляции не выходят за пределы доверительного интервала, что говорит о независимости остатков.

Опция Portmanteau Autocorrelation Test. С помощью этой опции для остаточной сериальной корреляции до специфицированного порядка вычисляются многомерные Q-статистики Бокса-Пирса/Льюнга-Бокса. Программа EViews предоставляет как обычные Q-статистики, так и скорректированные (с коррекцией для малых выборок). Нулевой гипотезой является отсутствие сериальной корреляции вплоть до лага порядка h .

Таблица 10. – Тест Портманто

Lags	Q-Stat	Prob.	Adj Q-Stat	Prob.	df
1	0.400412	NA*	0.408932	NA*	NA*
2	8.741065	NA*	9.112222	NA*	NA*
3	12.89448	NA*	13.54253	NA*	NA*
4	15.07625	NA*	15.92264	NA*	NA*
5	16.54885	NA*	17.56648	NA*	NA*
6	18.44912	0.0181	19.73821	0.0114	8
7	21.07850	0.0492	22.81651	0.0293	12
8	21.46044	0.1615	23.27484	0.1066	16
9	21.71881	0.3560	23.59284	0.2606	20
10	26.97963	0.3054	30.23807	0.1770	24

*The test is valid only for lags larger than the VAR lag order.
df is degrees of freedom for (approximate) chi-square distribution

Для рассматриваемого примера нулевая гипотеза об отсутствии автокорреляции в остатках выше лага 6 равна отвергается, так как ее вероятность меньше 5%. Однако выше 8 лага нулевая гипотеза принимается.

Опция Autocorrelation LM Test (тест множителей Лагранжа для автокорреляций). С помощью этой опции сообщаются многомерные статистики LM-теста остаточной сериальной корреляции вплоть до специфицированного порядка. Нулевой гипотезой является отсутствие сериальной корреляции порядка h .

Таблица 11. – LM-тест

VAR Residual Serial Correlation
LM Tests
Null Hypothesis: no serial
correlation at lag order h
Sample: 2002Q1 2015Q2
Included observations: 48

Lags	LM-Stat	Prob
1	1.482373	0.8298
2	9.045710	0.0600
3	6.784975	0.1477
4	4.044740	0.4000

Фадеева Е., ЭПЭАМ -2015, КРСУ
5 2.106139 0.7162

Probs from chi-square with 4 df

Вероятность отсутствия сериальной корреляции для всех лагов больше 5%, следовательно, нулевая гипотеза принимается и во всех лагах сериальная корреляция отсутствует.

Опция Normality Test (Тестирование на нормальное распределение). С помощью этой опции выполняются многомерные расширения теста Джаркви-Бера (Jarque-Bera) для проверки гипотезы нормального распределения остатков.

Таблица 12. – Тест на нормальность распределения остатков

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.158581	0.201183	1	0.6538
2	-1.797503	25.84813	1	0.0000
Joint		26.04931	2	0.0000

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	4.783883	6.364475	1	0.0116
2	9.793068	92.29156	1	0.0000
Joint		98.65603	2	0.0000

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	6.565659	2	0.0375
2	118.1397	2	0.0000
Joint	124.7053	4	0.0000

По результатам теста вероятность осуществления нулевой гипотезы 0%, следовательно, распределение остатков не является нормальным распределением.

Опция White Heteroskedasticity Test (тест Уайта на наличие гетероскедастичности). Тестовая регрессия строится посредством регрессии каждого перекрестного произведения остатков на перекрестные произведения регрессоров и тестируется как совместная значимость регрессии. Опция NoCrossTerms использует только уровни и квадраты исходных регрессоров, в то время как опция With Cross Terms включает все избыточные перекрестные произведения исходных регрессоров в тестовом уравнении. Тестовая регрессия всегда включает в качестве регрессора постоянный член. Нулевой гипотезой является отсутствие гетероскедастичности.

Таблица 13. – Тест Уайта на наличие гетероскедастичности

Joint test:

Chi-sq	df	Prob.
137.1428	132	0.3619

Individual components:

Dependent	R-squared	F(44,3)	Prob.	Chi-sq(44)	Prob.
res1*res1	0.986492	4.979463	0.1047	47.35163	0.3375
res2*res2	0.934216	0.968271	0.6126	44.84238	0.4363
res2*res1	0.976709	2.859222	0.2105	46.88204	0.3551

Вероятность отсутствия гетероскедастичности составляет 36%, следовательно, нулевая гипотеза принимается и в остатках гетероскедастичность отсутствует.

Отклики на импульсы

Импульс – это однократное возмущение, которое придается одному из параметров.

Функция импульсного отклика описывает реакцию динамического ряда в ответ на некоторые внешние шоки. Под шоком понимается одномоментное изменение экзогенных переменных, равное их одному стандартному отклонению колебаний за весь наблюдаемый период.

Функции импульсного отклика характеризуют время возвращения эндогенной переменной на равновесную траекторию при единичном шоке экзогенной переменной.

Чтобы получить функцию отклика на импульсы, необходимо на панели инструментов VAR-объекта выбрать опцию View/Impulse Response. В результате появится диалоговое окно с двумя страницами: Display и Impulse Definition.

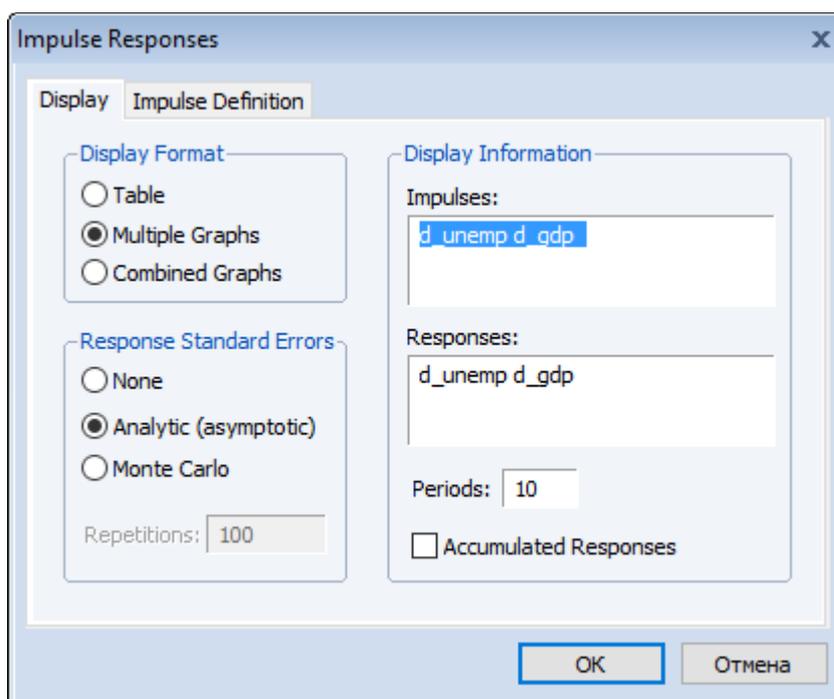


Рисунок 14. – Вкладка Display диалогового окна функции отклика

Страница диалога Display предоставляет следующие опции:

- Display Format: с помощью этого блока опций отображаются либо табличные, либо графические результаты.
- Display Information: в этом блоке опций следует ввести переменные, для которых необходимо генерировать возмущения (ввести эти переменные в редактируемое окно Impulses), и переменные, для которых нужно наблюдать отклики (ввести эти переменные в редактируемое окно Responses). Чтобы отобразить накопленные отклики, необходимо

сделать отметку в окошке выбора Accumulate Response. Для стационарных VAR-моделей отклики на импульсы должны затухать на нуле, а накопленные отклики должны асимптотически сходиться к некоторой (отличной от нуля) константе.

- Response Standard Errors: в этом блоке предоставляются опции для вычисления стандартных ошибок откликов.

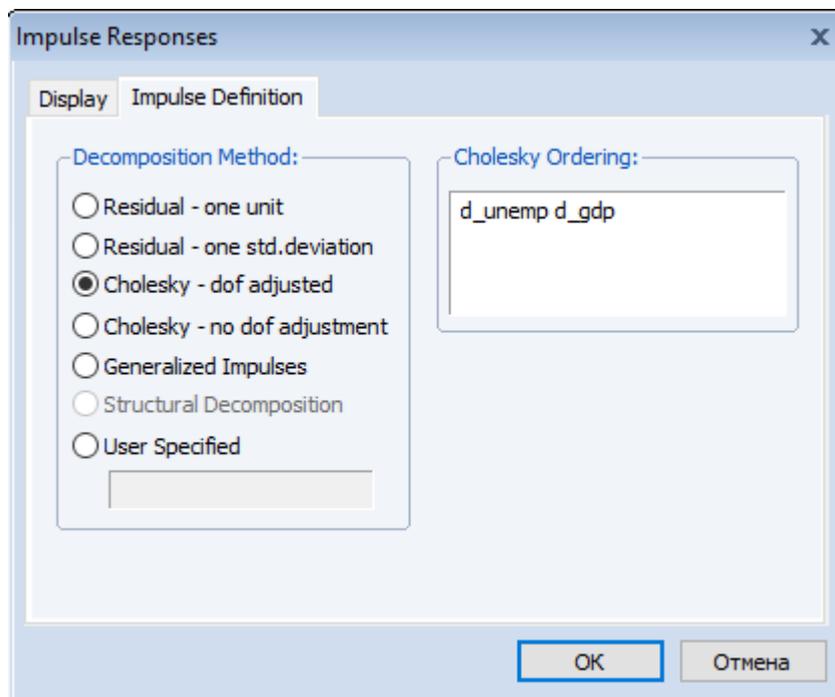


Рисунок 15. – Вкладка Impulse Definition диалогового окна функции отклика

Страница Impulse Definition предоставляет следующие опции преобразования импульсов:

- Residual — One Unit: с помощью этой опции на остатки устанавливается воздействие единичных импульсов.
- Residual — One Std. Dev.: с помощью этой опции устанавливается воздействие импульсов с величинами в одно среднее квадратичное отклонение остатков.
- Cholesky: при выборе этой опции для ортогонализации импульсов применяется обращение нижней треугольной матрицы (фактор Чолески) в разложении Чолески остаточной ковариационной матрицы. С помощью этой опции налагается упорядочение переменных в VAR-модели и весь эффект любой общей компоненты приписывается переменной, которая первой входит в VAR-систему. Следует отметить, что при изменении упорядочения переменных, отклики могут изменяться разительно.
- С помощью опции Generalized Impulses (обобщенные импульсы) строится ортогональное множество возмущений, которое не зависит от упорядочения в VAR-системе.
- User Specified (импульсы, специфицированные пользователем) позволяет специфицировать собственные импульсы пользователей.

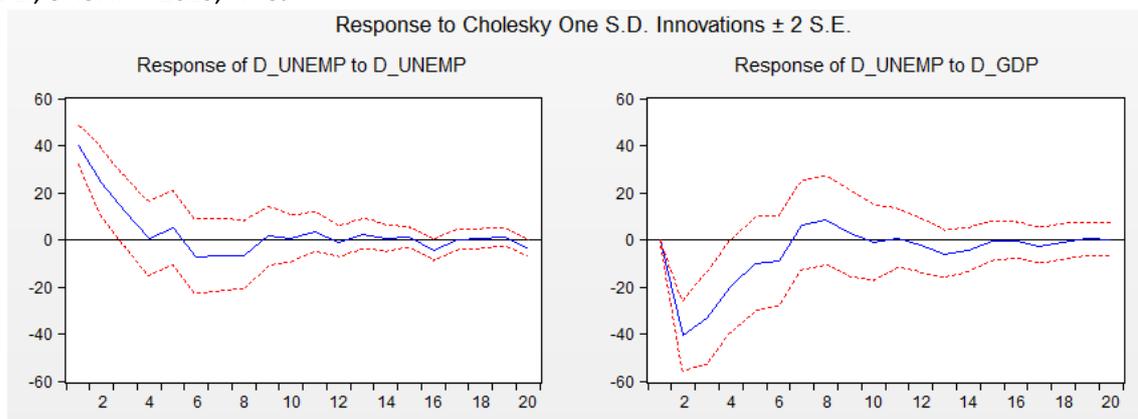


Рисунок 16. – Графики откликов безработицы

По полученным графикам видно, что при подаче импульса на безработицу, безработица вернется на равновесную траекторию через 4 квартала; при подаче импульса на ВВП безработица вернется на равновесную траекторию через 10 кварталов.

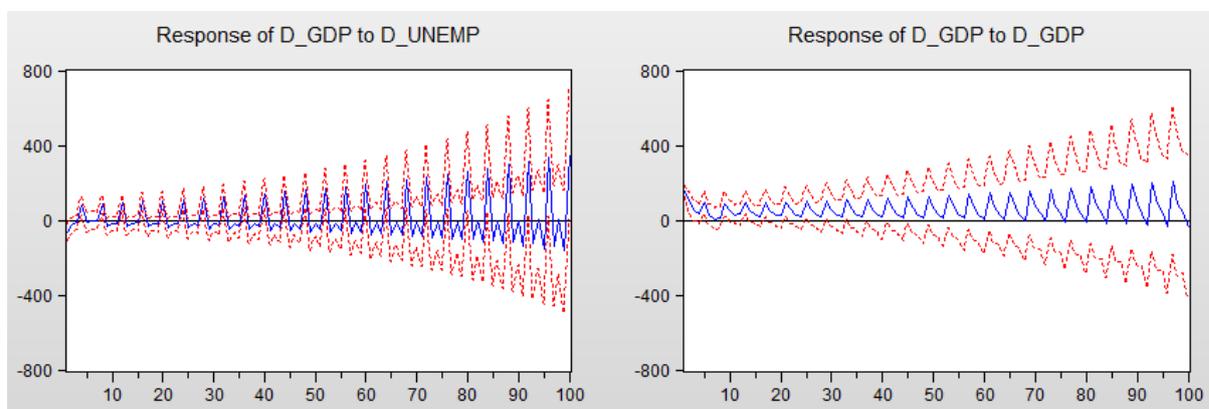


Рисунок 17. – Графики откликов ВВП

При подаче импульса на безработицу, ВВП вернется на равновесную траекторию через 3 квартала, а при подаче импульса на ВВП, ВВП вернется к равновесной траектории через 7 кварталов.

Декомпозиция (разложение) дисперсии

Декомпозиция дисперсии разделяет вариацию эндогенной переменной на компоненты воздействия в VAR-модели. Она предоставляет информацию об относительной важности каждого случайного возмущения в воздействии на переменные в VAR-системе.

Чтобы получить декомпозицию дисперсии, на панели инструментов VAR-модели необходимо выбрать опцию View/Variance Decomposition...и в диалоговом окне предоставить ту же самую информацию, что и для откликов на импульсы:

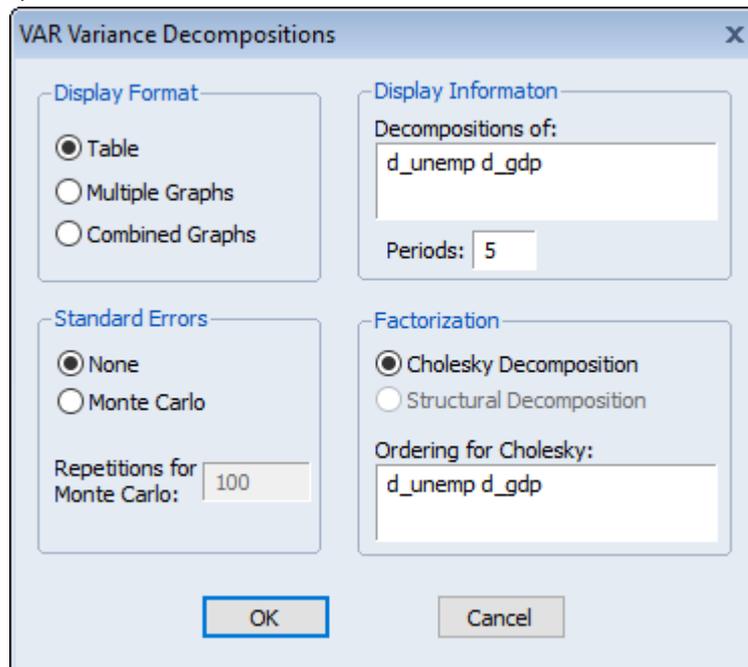


Рисунок 18. – Диалоговое окно разложения дисперсии

Формат таблицы отображает декомпозицию на отдельные дисперсии для каждой эндогенной переменной. Второй столбец, помеченный «S.E.», содержит ошибку прогноза переменной в заданном горизонте прогнозирования. Источник этой ошибки прогноза — вариация в текущих и будущих значениях возмущений каждой эндогенной переменной в VAR-модели. Остальные столбцы предоставляют проценты дисперсии прогноза, обусловленные каждым возмущением, и в сумме по каждой строке составляют 100%.

Как и в случае с откликами на импульсы, если изменить упорядочение переменных в VAR-модели, декомпозиция дисперсии, основанная на факторе Чолески, может разительно изменяться.

Таблица 14. – Результаты разложения дисперсии

Variance Decomposition of D_UNEMP:			
Period	S.E.	D_UNEMP	D_GDP
1	40.06781	100.0000	0.000000
2	62.09260	57.14945	42.85055
3	71.56784	45.80815	54.19185
4	74.21242	42.60796	57.39204
5	75.10881	42.05808	57.94192

Variance Decomposition of D_GDP:			
Period	S.E.	D_UNEMP	D_GDP
1	168.8316	15.06172	84.93828
2	198.2125	13.01191	86.98809
3	204.7801	12.43729	87.56271
4	220.6405	22.67265	77.32735
5	240.6137	19.27705	80.72295

Cholesky
 Ordering:
 D_UNEMP
 D_GDP

По таблице 14 видно, что на безработицу в первом лаге влияет только сама безработица, во втором лаге – на 57% безработица и на 43% - ВВП и т.д. Во 2, 3, 4, 5 лагах на безработицу оказывают примерно одинаковое влияние как сама безработица, так и ВВП. А на ВВП во всех лагах в среднем на 80% влияет сам ВВП и на 20% безработица.

Построение прогноза по VAR-модели

Для построения прогноза по VAR-модели необходимо:

1. Расширить диапазон данных (Range) на необходимое количество периодов вперед
2. В окне VAR-модели выбрать Proc/Make Model

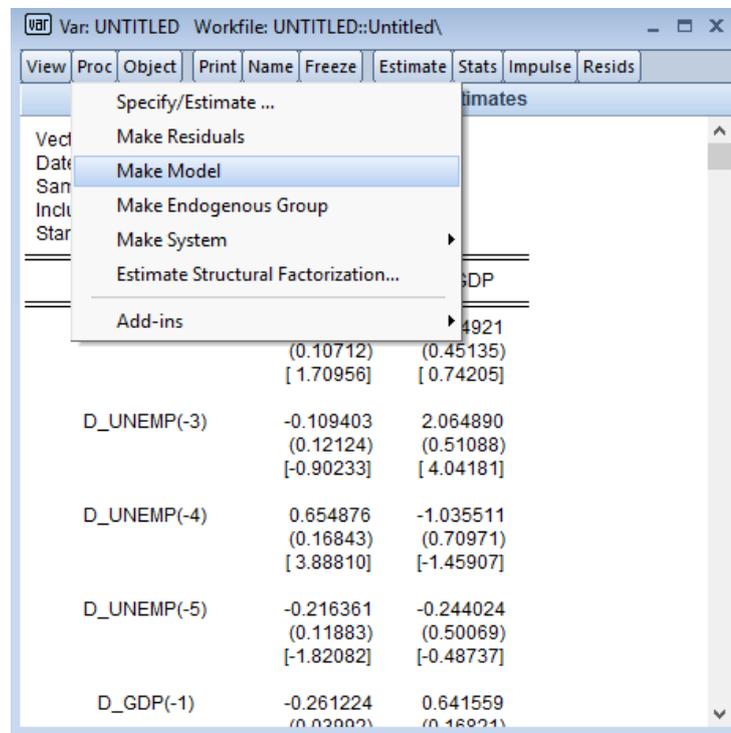


Рисунок 19. – Меню Proc VAR-модели

3. В открывшемся окне выбрать опцию Solve

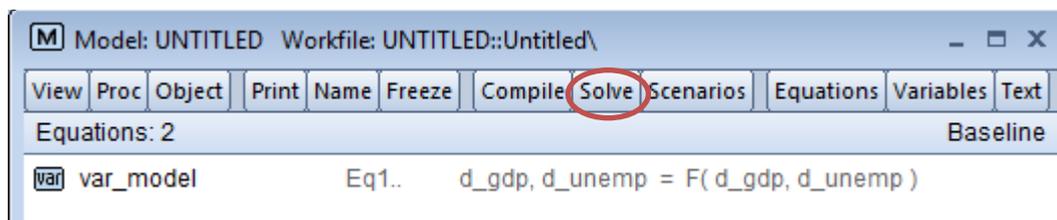


Рисунок 20. – Опции VAR-модели

4. В диалоговом окне Model Solution настроить необходимые параметры и нажать ОК.

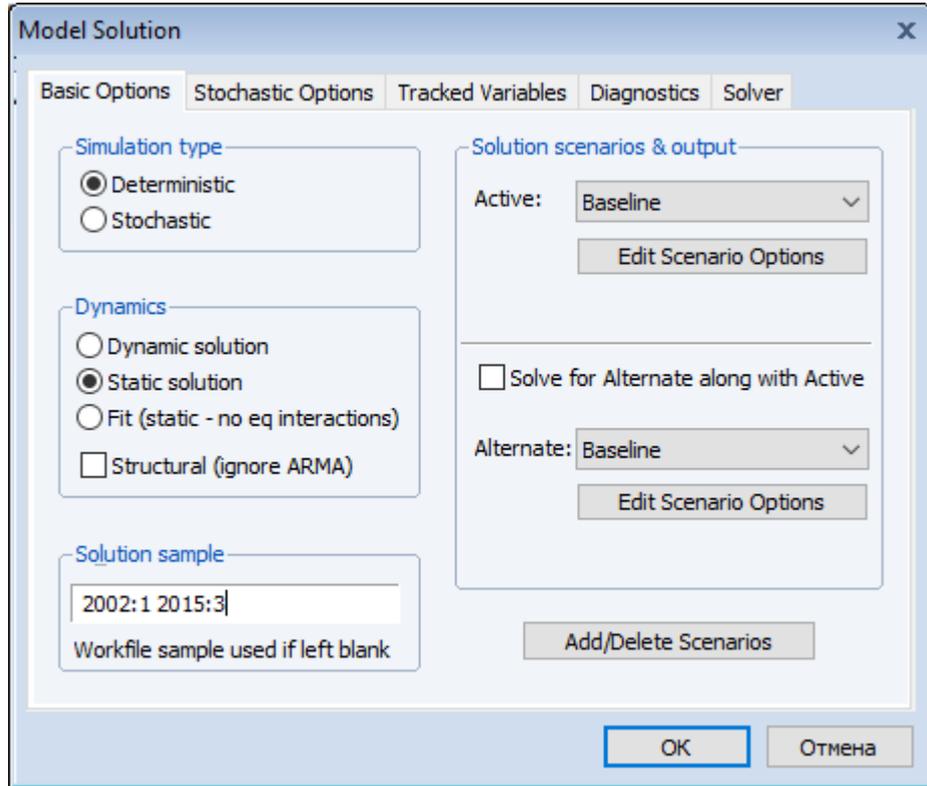


Рисунок 21. – Параметры прогноза VAR-модели

5. В списке переменных появятся две новых переменных: d_gdp_0 и d_unemp_0, содержащие прогнозные значения первых разностей показателей ВВП и количества безработных.

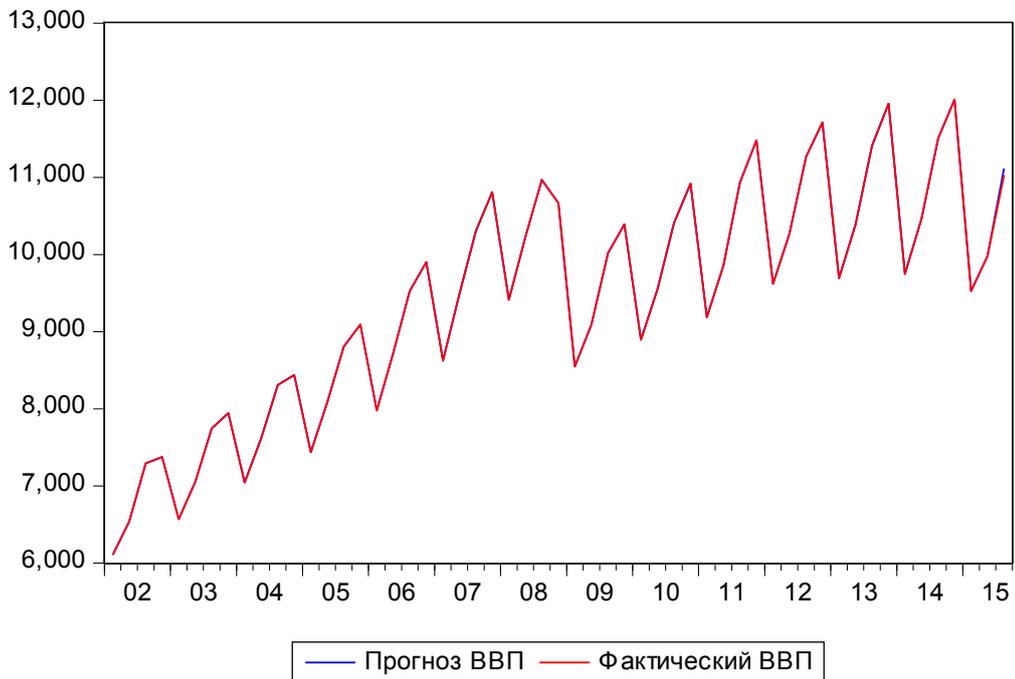


Рисунок 22. – Прогноз ВВП

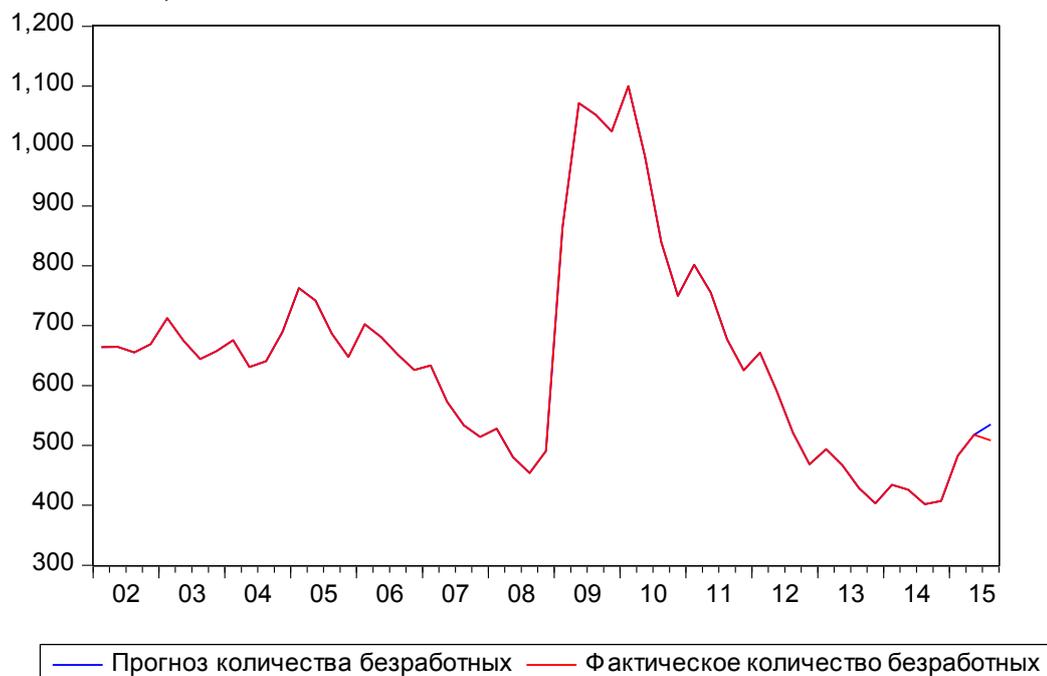


Рисунок 23. – Прогноз количества безработных

Прогноз ВВП на 3 квартал 2015 года по VAR-модели составил 11115.8 млрд. руб, а реальные данные 11027.8 млрд. руб. Отклонение прогнозных данных от реальных составило 0.8%.

Прогноз количества безработных на 3 квартал 2015 года по VAR-модели составил 535.1 тыс. человек, а реальные данные составили 508.5 тыс. человек. Отклонение прогнозных данных от реальных составило 5%.

Список литературы

1. Векторная авторегрессия // Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Векторная_авторегрессия
2. Туктамышева Л.М. Подход к математическому моделированию многомерных временных рядов // - ФГБОУ ВПО ОГУ, г. Оренбург
3. Тест Грэнджера на причинность // Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Тест_Грэнджера_на_причинность
4. МИЭФ ГУ-ВШЭ Пособие для студентов по курсу "Анализ временных рядов". Москва: 2003.
5. Банников, В.А. Векторные модели авторегрессии и коррекции регрессионных остатков (Eviews) / В.А. Банников // Прикладная эконометрика. 2006. № 3. С. 96-129.