


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт экономики и менеджмента

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор Института  
экономики и менеджмента

  
\_\_\_\_\_ Е.В. Нехода

« 7 » \_\_\_\_\_ 04 \_\_\_\_\_ 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Анализ и прогнозирование временных рядов**

по направлению подготовки

**38.04.01 Экономика**

Направленность (профиль) подготовки:

**«Экономика»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.02.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

  
\_\_\_\_\_ Н.А. Скрыльникова

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ПК-2 – Способен разрабатывать стратегии управления изменениями в организации.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ПК-2.2. Определяет основные параметры и ключевые показатели эффективности разрабатываемых стратегических изменений в организации.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить современный понятийный аппарат и инструментарий анализа временных рядов.

– Научиться применять современный понятийный аппарат и инструментарий анализа и прогнозирования временных рядов при решении практических задач профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения. Относится к профессиональному модулю «Бизнес аналитика»;

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 2, зачет.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Премодуль (Бизнес-аналитика)», «Премодуль (Вероятностные и статистические методы в бизнес-аналитике)», «Python и R для анализа данных», «Эконометрика», «Системное и критическое мышление».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 8 ч.;

– практические занятия: 20 ч.;

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

### **Тема 1. Временные ряды и случайные процессы.**

Потребность в разумно простой модели для прогнозирования, интерпретации и проверки гипотез, связанных с финансово-экономическими временными рядами. Понятие случайного процесса. Случайные процессы стационарные в узком смысле и стационарные в широком смысле. Основные компоненты временного ряда: тренд, сезонная, циклическая, иррегулярная. Модели авторегрессии – скользящего среднего ARMA(p, q). Процедура Бокса-Дженкинса построения модели ARMA. Проверка гипотез о равенстве нулю автокорреляций и частных автокорреляций. Информационные критерии Акаике и Шварца. Статистики Бокса-Пирса и Льюнга-Бокса. Модели ARIMA(p,d,q). Построение

прогнозов для нестационарных временных рядов и поведение дисперсии ошибки прогнозирования в зависимости от выбранной модели. Анализ временных рядов, содержащих структурные изменения.

### **Тема 2. Модели временных рядов, включающие гетероскедастичность.**

Модели авторегрессии – условной гетероскедастичности ARCH(m). Определение параметров модели ARCH методом максимального правдоподобия. Проверка гипотез о наличии условной гетероскедастичности. Модели GARCH(p, q). Стационарность случайного процесса GARCH(p, q). Модели ARCH-M.

### **Тема 3. Модели, включающие несколько временных рядов. Коинтеграция.**

Включение в модель детерминированного ряда (интервенции). Модели с передаточными функциями; кросс-корреляции и их использование; применение разностных уравнений для нахождения кросс-корреляций. Причинность по Грэнджеру. Нестационарные временные ряды; коинтеграция и модели с коррекцией ошибок. Тестирование коинтеграции.

### **Тема 4. Модели многомерных временных рядов.**

Векторная авторегрессия; условия стационарности, функции отклика на импульсы. Рекуррентный метод наименьших квадратов. Использование VAR(p) моделей для прогнозирования.

### **Тема 5. Временные ряды с непрерывным временем.**

Стационарные процессы. Их характеристики и методы прогноза. Спектральная плотность. Броуновское движение и винеровский процесс. Диффузионные процессы, формулы Ито. Модель Блэка-Шоулса.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Вклад результатов текущего контроля в итоговой оценке по дисциплине составляет – 60 баллов.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Зачет во втором семестре** проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос и задачу. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Теоретический вопрос проверяет ПК-2.2. Ответ на вопрос дается в развернутой форме.

Задача проверяет ПК-2.2.

Результаты зачета определяются в соответствии с балльно-рейтинговой системой – максимум 40 баллов за зачет:

### Критерии выставления баллов за зачет:

<b>Характеристика</b>	<b>Баллы</b>
Дан полный и развернутый ответ на вопрос. Задача решена верно, ход решения обоснован.	40 баллов
Дан неполный или фрагментарный ответ на вопрос. Задача решена верно, ход решения обоснован.	30 баллов
Дан полный и развернутый ответ на вопрос. Задача решена верно, но ход решения не обоснован.	30 баллов
Дан неполный или фрагментарный ответ на вопрос. Задача решена верно, но ход решения не обоснован.	20 баллов
Не дан ответ на вопрос. Задача решена неверно.	0 баллов

Итоговая оценка по дисциплине складывается из результатов текущего контроля (60%) и результатов промежуточной аттестации (40%) и составляет максимум 100 баллов.

Формирование итоговой оценки

Баллы	Итоговая оценка
60-100 баллов	«Зачтено»
Менее 60 баллов	«Не зачтено»

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=28318>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

### Примерный перечень теоретических вопросов, проверяющих ПК-2.2:

- 1) Случайные процессы и временные ряды. Стационарные и нестационарные временные ряды.
- 2) Модели стационарных временных рядов: процесс скользящего среднего и его основные характеристики. Обратимость MA-модели.
- 3) Модели стационарных временных рядов: процесс авторегрессии 1-го порядка и его основные характеристики. Стационарность AR -модели. Теорема Вольда.
- 4) Модели стационарных временных рядов: процесс авторегрессии 2-го порядка и его основные характеристики. Уравнения Юла-Уолкера.
- 5) Модели стационарных временных рядов: ARMA(1,1)-процесс и его основные характеристики. Условия стационарности и обратимости ARMA(p,q)-процесса.
- 6) Идентификация и проверка адекватности ARMA-модели реальным данным: ACF, PACF, статистики Льюнга-Бокса и Бокса-Пирса.
- 7) Идентификация и проверка адекватности ARMA-модели реальным данным: информационные критерии, DW-статистика Дарбина-Уотсона, критерий Бройша-Годфри.
- 8) Прогнозирование с ARMA-моделями: процессы скользящего среднего.
- 9) Прогнозирование с ARMA-моделями: процессы авторегрессии.
- 10) Прогнозирование с ARMA-моделями: ARMA-процессы.
- 11) Нестационарные временные ряды и особенности их поведения. TS и DS модели.
- 12) Ложная регрессия: когда возникает, причины, последствия. Эксперименты Ньюболда-Девиса.
- 13) Единичные корни. Критерии Дикки-Фуллера.
- 14) Проблема различения TS и DS моделей. DFF-тест.
- 15) Нестационарность в условиях структурных сдвигов: влияние структурных сдвигов на стационарные и нестационарные временные ряды.
- 16) Нестационарность в условиях структурных сдвигов: критерии Перрона.
- 17) Коинтеграция: определение, 2-х шаговая процедура Энгла-Гренджера.
- 18) Коинтеграция: модель коррекции ошибок.
- 19) Векторная авторегрессия: определение и формы VAR моделей, стабильные и нестабильные VAR модели, определение порядка VAR.
- 20) Векторная авторегрессия: функции отклика, разложение дисперсии, причинность по Гренджеру.
- 21) Векторная модель коррекции ошибок: описание модели, теорема Гренджера с примером.
- 22) Векторная модель коррекции ошибок: метод Йохансена оценки ранга коинтеграции.

### Примерный перечень практических задач, проверяющих ПК-2.2:

1. Для заданного временного ряда проверить гипотезу о существовании единичного корня. Выяснить порядок интеграции заданного временного ряда. Обосновать выбор спецификации теста Дикки-Фуллера.
2. Для заданного стационарного временного ряда подобрать модель или модели, наилучшим образом описывающие поведение остатков без учета и с учетом возможной гетероскедастичности.
3. Для заданного набора временных рядов провести оценку модели векторной авторегрессии. Посмотреть функции отклика и прокомментировать результаты.
4. Провести анализ взаимосвязи переменных, изучая причинность по Гренжеру.
5. Для заданных двух рядов провести анализ коинтегрируемости по методологии Гренжера.
6. Для заданных трех рядов провести анализ коинтегрируемости по методологии Йохансена и провести оценку модели векторной коррекции ошибки.

в) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

#### Самостоятельная работа магистрантов включает в себя:

- самостоятельную подготовку к занятиям по заявленным темам курса в соответствии с приведенным планом (содержание дисциплины) и литературой; контроль выполнения производится на занятиях в форме устных опросов;
- самостоятельную работу в аудитории при выполнении контрольных работ; контроль выполнения осуществляется сразу же при оценке полученных результатов;
- самостоятельную работу вне аудитории при выполнении домашних работ; контроль выполнения осуществляется на занятиях.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

- Айвазян С. Эконометрика - 2: продвинутый курс с приложениями в финансах: Учебник / Центральный экономико-математический институт Российской академии наук. - Москва : Издательство "Магистр", 2018. - 944 с.. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=372756>
- Бабешко Л. Эконометрика и эконометрическое моделирование в Excel и R : Учебник / Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 300 с.. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=379680>
- Подкорытова О. А. Анализ временных рядов: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры : [для студентов вузов по экономическим направлениям и специальностям] / О. А. Подкорытова, М. В. Соколов ; С.-Петербург. гос. ун-т, Европейский ун-т в С.-Петербурге. - Москва : Юрайт, 2016. – 265 с
- Handbook of economic forecasting. Vol. 1 / edited by Graham Elliott, Clive W. J. Granger, Allan Timmermann. - Amsterdam [a. o.] : Elsevier [a. o.], 2006. - xxv, 1012, 28 p.

б) дополнительная литература:

- Нильсен Э. Практический анализ временных рядов: прогнозирование со статистикой и машинное обучение / Эйлин Нильсен; пер. с англ. и ред. Д. А. Ключина. - Санкт-Петербург [и др.]: Диалектика, 2021. - 538 с.
- Айвазян С. Методы эконометрики: Учебник / Центральный экономико-математический институт Российской академии наук. - Москва : Издательство "Магистр", 2020. - 512 с.. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=355480>
- Lütkepohl H. New Introduction to Multiple Time Series Analysis / edited by Helmut Lütkepohl. // Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005. 764 p.

- Springer e-books. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/3-540-27752-8>
- Chorro C. A Time Series Approach to Option Pricing Models, Methods and Empirical Performances // by Christophe Chorro, Dominique Guégan, Florian Ielpo. // Springer, 2015. 742158 XVI, 188 p.  
Springer eBooks. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-45037-6>
  - Kirchgässner G. Introduction to Modern Time Series Analysis / by Gebhard Kirchgässner, Jürgen Wolters. // Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. 274 p.  
Springer e-books. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-73291-4>
  - Brockwell P. J. Introduction to time series and forecasting / Peter J. Brockwell, Richard A. Davis. - 3 ed.. – Springer Cham, 2016. – XIV, 425 p.

в) ресурсы сети Интернет:

- <https://rosstat.gov.ru/> – Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ
- <http://ecsocman.edu.ru> – Образовательный портал (Экономика, социология, менеджмент)
- <http://link.springer.com/> – Международная издательская компания Springer
- <http://www.lib.tsu.ru/ru> – Научная библиотека Томского государственного университета
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека E-library.ru

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- система статистического моделирования R;
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных (*при наличии*):

- Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>
- Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – <https://www.fedstat.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

## **15. Информация о разработчиках**

Андрюенко Елена Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий и бизнес-аналитики Института экономики и менеджмента Национального исследовательского Томского государственного университета.

Пчелинцев Евгений Анатольевич, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математического анализа и теории функций Механико-математического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета.