

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

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан ММФ ТГУ

Л. В. Гензе

Рабочая программа дисциплины

**Статистический анализ и прогнозирование временных рядов в R**

по направлению подготовки

**01.04.01 Математика**

Направленности (профили) подготовки :

**Математический анализ и моделирование (Mathematical Analysis and Modelling)**

**Фундаментальная математика**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2023, 2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководители ОП

А.В. Старченко, П.А. Крылов

Председатель УМК

Е.А. Тарасов

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен самостоятельно решать исследовательские задачи в рамках реализации научного (научно-технического, инновационного) проекта.

УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК 1.1 Проводит исследования, направленные на решение отдельных исследовательских задач

ИПК 1.2 Определяет способы практического использования научных (научно-технических) результатов

ИПК 1.3 Осуществляет наставничество в процессе проведения исследований

ИУК 2.1 Формулирует цель проекта, обосновывает его значимость и реализуемость.

ИУК 2.2 Разрабатывает программу действий по решению задач проекта с учетом имеющихся ресурсов и ограничений.

ИУК 2.3 Обеспечивает выполнение проекта в соответствии с установленными целями, сроками и затратами.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Освоить аналитический аппарат регрессионного анализа: корректно строить оценки наименьших квадратов для параметрических моделей временных рядов; корректно решать задачи проверки статистических гипотез для временных рядов; корректно строить доверительные интервалы для прогнозирования временных рядов и их правильная интерпретация.

- Овладеть основными понятиями и терминологией современной статистической теории для зависимых наблюдений; навыками анализа стационарности временных рядов и построения оценок параметров; навыками постановок задач принятия статистических решений при проверке гипотез.

- Уметь определять способы использования научных результатов по нахождению оптимальных статистических решений в задачах прогнозирования временных рядов, а также написания статистических алгоритмов для их вычислений.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Третий семестр, экзамен

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: математический анализ, функциональный анализ, линейная алгебра, теория вероятностей, теория случайных процессов, математическая статистика

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

- лекции: 16 ч.;
- групповые консультации: 4.1 ч.;
- промежуточная аттестация: 4 ч.;
- экзамен: 15,7 ч.
- самостоятельная работа обучающегося: 104,2

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Общие регрессионные модели.

Определение модели. Задача оценивания параметров. Метод наименьших квадратов. Основные свойства оценок наименьших квадратов. Теорема Гаусса – Маркова. Критерий сходимости оценок МНК в среднеквадратическом. Оценка волатильности модели и ее свойства.

Тема 2. Гауссовские регрессионные модели.

Нахождение не асимптотических распределений оценок наименьших квадратов для гауссовских регрессий. Нахождение распределений оценок волатильностей. Распределение Хи квадрат. Распределение Стьюдента. Распределение Фишера – Снедекора

Тема 3. Статистические выводы для регрессионных моделей.

Описание задачи проверки гипотез. Тесты Стьюдента и Фишера – Снедекора. Доверительные интервалы. Прогнозирование в регрессионных моделях.

Тема 4. Линейные стационарные временные ряды.

Процессы авторегрессии и их основные свойства. Процессы авторегрессии скользящего среднего и их основные свойства. Условия стационарности. Построение прогнозов для авторегрессионных временных рядов и их основные свойства.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов по лекционному материалу, лабораторной работы и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

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

Экзамен в третьем семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа. Первая часть состоит из двух вопросов проверяющих ИУК – 2.1., ИПК – 1.1. Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий ИПК-1.2. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме. Ответы на вопросы третьей части предполагают решение задач и краткую интерпретацию полученных результатов. Вопросы в третьей части проверяют ИУК – 2.2, ИУК – 2.3.

### Примерный перечень теоретических вопросов

1. Дать определение регрессионной модели.
2. Дать определение метода наименьших квадратов.
3. Оценки наименьших квадратов для регрессионных моделей и их основные свойства.
4. Сформулировать задачу о проверки гипотез. Написать процедуры проверки гипотезы для параметров регрессии.
5. Дать определение доверительных интервалов. Построить доверительные интервалы для оценивания параметров временных рядов.
6. Написать оптимальный прогноз для регрессионных моделей.
7. Построить доверительные интервалы для прогнозов в регрессионных моделях.
8. Процесс авторегрессии и его основные свойства
9. Процессы скользящего среднего и их основные свойства.
10. Процессы авторегрессии и скользящего среднего и их основные свойства.
11. Построение прогнозов для авторегрессионных процессов.

### Примеры задач:

1. Оценить параметры в регрессионной модели 4 порядка.
2. Построить тест на наличие тригонометрических переменных в модели с доверительным уровнем 0,95.
3. Построить тест на наличие полиномиальных переменных в модели с доверительным уровнем 0,95.
4. Построить доверительные интервалы для оценивания последнего параметра в регрессионной модели 4 порядка с доверительным уровнем 0,95.
5. Построить доверительные интервалы для прогноза в регрессионной модели 4 порядка на 1, 5 и 10 дней с доверительным уровнем 0,95.
6. Оценить параметры процесса авторегрессии второго порядка. Сравнить с истинными значениями.
7. Построить доверительные интервалы для прогноза на 1, 5 и 10 дней в авторегрессионных моделях с доверительным уровнем 0,95 на основе истинных параметров и на основе оценок наименьших квадратов.

Результаты экзамена определяются по двадцатибалльной шкале. Перевод в пятибалльную по следующему правилу :

- 0 - 9,99 баллов - «неудовлетворительно»
- 10 – 12,99 баллов - «удовлетворительно»
- 13 – 16,99 баллов - «хорошо»
- 17 – 20 баллов - «отлично»

Критерии оценивания контрольной работы

| <b>Неудовлетворительно<br/>(0-9,99 баллов)</b>     | <b>Удовлетворительно<br/>(10 — 12,99 баллов)</b> | <b>Хорошо<br/>(13 — 16,99 баллов)</b> | <b>Отлично<br/>(17 — 20 баллов)</b> |
|--|--|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Работа не сдана или решено верно менее 25% заданий | Решено верно от 25% до 50% заданий               | Решено верно от 21% до 80% заданий    | Решено верно более 80% заданий      |

Контрольная работа и экзамен максимально может быть оценен 20 баллами. Итоговая оценка – среднее арифметическое из оценок за контрольные работы и экзамен. При ответе на теоретический вопрос оценивается полнота и точность ответа, логичность и аргументированность изложения материала, умения использовать в ответе фактический материал, знания основной и дополнительной литературы.

Критерии оценивания теоретических вопросов экзамена

| <b>Неудовлетворительно<br/>(0-9,99 баллов)</b>                  | <b>Удовлетворительно<br/>(10 — 12,99 баллов)</b>  | <b>Хорошо<br/>(13 — 16,99 баллов)</b>  | <b>Отлично<br/>(17 — 20 баллов)</b>  |
|---|---|--|--|
| Дан неправильный ответ, однозначно неправильная трактовка темы. | В целом дан правильный ответ на вопрос, но он изложен поверхностно и с нарушением логики изложения. Знание минимума литературы. | Дан правильный ответ на вопрос, но не все изложено развернуто и логически структурировано. Знание основной литературы. | Дан правильный и развернутый ответ на вопрос. Студент четко и логично изложил свой ответ на поставленный в билете вопрос. Знание основной и дополнительной литературы. |

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «IDo» - <https://lms.tsu.ru/course/view?id=12489>

б) Емельянова Т.В., Исаева Н.А., Кривякова Э.Н. Случайные величины. Методические указания. Часть 3. Томск, ТГУ, 2005.

в) Исаева Н.А., Кривякова Э.Н. Случайные величины. Последовательности случайных величин. Методические указания. Часть 2. Томск, ТГУ, 1989.

г) Pergamenschikov, S.M. and Pchelintsev, E.A. Probabilistic tool for stochastic modeling. Part 1.- Tomsk State University Publish Edition, 2019.

д) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>)

е) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

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

а) основная литература:

1. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс: Учеб. – 6 изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2004. – 576 с.

2. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование, Москва: Финансы и статистика, 2012, 317 с.

3. Подкорытова О.А., Соколов М.В. Анализ временных рядов: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры: С.-Петербург. гос. ун-т, Европейский ун-т в С.-Петербурге, Москва: Юрайт , 2016, 265 с.

4. Mills T. The Econometric Modelling of Financial Time Series. - Cambridge Univ. Press, 1993.

5. Brockwell P.J., Devis R.A. Introduction to Time Series and Forecasting, 3d ed. Springer Texts in Statistics, 2016.

6. Tsay Ruey S. An Introduction to Analysis of Financial Data with R, John Wiley, 2013.

б) дополнительная литература:

1. Айвазян С.А., Фантацини Д. Эконометрика-2: продвинутый курс с приложениями в финансах: учебник: Моск. шк. экономики, МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва: Ма- гистр, 2015, 942 с.

2. Brockwell P.J., Devis R.A. Time Series: Theory and Methods, Springer, Springer sciences+Business Media, LLC, 2006.

3. Tsay Ruey S. Analysis of Financial Time Series, 3rd Edition, Wiley, 2010.

4. Francq Ch., Zakoian J.-M. GARCH Models. Structure, Statistical Inference and Financial Applications, John Wiley & Sons, Ltd, 2010

5. Geene W.H. Econometric Analysis. 5<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2003

в) ресурсы сети Интернет:

- <http://faculty.chicagobooth.edu/ruey.tsay/teaching/bs41202/sp2017/>

- <https://www.r-project.org/help.html>
- [http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=tvtp&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=tvtp&option_lang=rus)
- <http://journals.tsu.ru/mathematics/>

### 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 On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);  
 – публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:  
 – Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>  
 – Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>  
 – 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/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, 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

Пергаменщиков Сергей Маркович, доктор физико-математических наук, профессор, кафедра математического анализа и теории функций, профессор

Пчелинцев Евгений Анатольевич, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра математического анализа и теории функций, доцент