



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ  
ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А. НОВИКОВА»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Ректор Ю.Ю. Михальчевский  
2024 года

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Статистические методы прогнозирования**

Направление подготовки  
**25.04.03 Аэронавигация**

Направленность программы (профиль)  
**Управление бизнес-проектами на воздушном транспорте**

Квалификация выпускника  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

Санкт-Петербург  
2024

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Статистические методы прогнозирования» является формирование у магистров знаний основных статистических понятий и методов решения задач в рамках изучаемых разделов, изучение принципов постановки статистических задач, методов их решения, оценки статистических моделей, описывающих социально-экономические процессы на предприятиях воздушного транспорта, изучение методов статистической проверки гипотез, формирование знаний, умений, навыков и компетенций для успешной профессиональной деятельности в области управления бизнес-проектами на воздушном транспорте.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение основных эконометрических понятий и методов, используемых для решения профессиональных задач;
- изучение свойств и взаимосвязей изучаемых статистических моделей;
- изучение основных алгоритмов типовых аналитических и численных методов построения эконометрических моделей;
- формирование навыков расчета основных характеристик изучаемых математических объектов;
- формирование представлений о применении эконометрических моделей в прикладных задачах, методах прогнозирования;
- формирование представлений о роли статистики в науке и техническом прогрессе.

Дисциплина обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности организационно-управленческого и научно-исследовательского типа.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Статистические методы прогнозирования» представляет собой дисциплину по выбору, относящуюся к части Блока 1. Дисциплины (модули), формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина «Статистические методы прогнозирования» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Методология подготовки и написания выпускной квалификационной работы», «Управление неавиационной деятельностью», «Управление доходами организаций воздушного транспорта».

Дисциплина «Статистические методы прогнозирования» является обеспечивающей для дисциплин: «Преддипломная практика», для подготовки к сдаче и сдачи государственного экзамена.

Дисциплина изучается в 3 семестре.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Статистические методы прогнозирования» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ПК-1	Способен применять основные положения концепции управления для организации деятельности предприятий воздушного транспорта.
$ИД_{ПК-1}^1$	На основе знания и понимания концепции управления определяет и оценивает эффективность бизнес-проектов.
$ИД_{ПК-1}^2$	Применяет методы экономического анализа и планирования бизнес-проектов на воздушном транспорте.
ПК-2	Способен осуществлять сбор, анализ и оценку информации, необходимой для организации и управления бизнес-проектами на воздушном транспорте, в том числе с применением с применением информационно-коммуникационных технологий.
$ИД_{ПК-2}^1$	Знает основные принципы, методы, инструменты маркетинга, организует и проводит маркетинговые исследования в авиационном бизнесе, понимает сущность и особенности маркетинговой деятельности на воздушном транспорте.
$ИД_{ПК-2}^2$	Знает и понимает сущность и особенности экономического функционирования предприятий воздушного транспорта, анализирует их производственно-хозяйственную деятельность.
$ИД_{ПК-2}^3$	Знает и применяет основные принципы, методы, инструменты проведения научных исследований, соответствующих поставленным целям и задачам, в том числе в области профессиональной деятельности.

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- основные понятия, методы и законы построения статистических моделей;
- основные понятия, методы и законы теории вероятностей, математической статистики;
- основные алгоритмы типовых численных методов решения математических задач и последовательность действий для решения этих задач;
- основные статистические методы решения профессиональных задач и

последовательность действий для решения этих задач.

Уметь:

- использовать математическую символику для выражения количественных и качественных отношений объектов с целью формирования целостного представления об объектах;
- оценивать и выбирать оптимальные способы решения профессиональных задач с использованием методов статистического анализа;
- решать типовые задачи по основным разделам курса;
- применять статистические методы и законы при решении типовых профессиональных задач;
- приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии.

Владеть:

- навыками выбора оптимальных способов решения задач по основным разделам курса;
- навыками анализа, доказательства теоретических положений, алгоритмов, программ и процедур путём их сопоставления с опытными (эталонными или эмпирическими) данными, алгоритмами и программами путем применения статистического инструментария для решения поставленных задач.

#### **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		3
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Контактная работа:	72,5	72,5
лекции (Л)	28	28
практические занятия (ПЗ)	42	42
семинары (С)	–	–
лабораторные работы (ЛР)	–	–
Самостоятельная работа студента (СРС)	74	74
Промежуточная аттестация	36	36
контактная работа	2,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к экзамену	33,5	33,5

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-1	ПК-2		
Тема 1. Элементы теории вероятностей	36	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, ИДЗ
Тема 2. Математическая статистика	36	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, ИДЗ
Тема 3. Системы эконометрических уравнений	36	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, ИДЗ
Тема 4. Моделирование одномерных временных рядов	36	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, ИДЗ
Итого за семестр 3	144				
Промежуточная аттестация	36				
Всего по дисциплине	180				

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ИДЗ – индивидуальное домашнее задание, У – устный опрос.

### 5.2. Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего часов
Тема 1. Элементы теории вероятностей	6	16	–	18	40
Тема 2. Математическая статистика	8	16	–	20	44
Тема 3. Системы эконометрических уравнений	6	6	–	18	30
Тема 4. Моделирование одномерных временных рядов	8	4	–	18	30
Итого за семестр	28	42	–	74	144
Промежуточная аттестация					36
Всего по дисциплине					180

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента.

## **5.3 Содержание дисциплины**

### **Тема 1. Элементы теории вероятностей**

Случайные величины. Основные понятия. Ряд и функция распределения дискретной случайной величины.

Функция и плотность распределения непрерывной случайной величины. Числовые характеристики случайных величин. Начальные и центральные моменты.

Основные законы распределения. Биноминальный закон. Закон Пуассона. Геометрическое распределение.

Законы распределения непрерывной случайной величины: экспоненциальный; равномерной плотности.

Нормальный закон распределения (закон Гаусса) и его числовые характеристики. Функция Лапласа. Правило "трех сигм".

Закон больших чисел. Неравенство Чебышева. Теоремы Чебышева и Бернулли. Центральная предельная теорема и ее значение для практики.

Понятие о двумерном нормальном распределении. Закон распределения вероятностей двумерной случайной величины. Двумерная плотность вероятности.

Числовые характеристики системы двух случайных величин. Корреляционный момент. Коэффициент корреляции.

### **Тема 2. Математическая статистика**

Генеральная и выборочные совокупности. Объем выборки.

Вариационный ряд. Статистический ряд распределения выборки.

Эмпирическая функция распределения. Теоретическая функция распределения.

Полигон. Гистограмма.

Статистический оценки параметров распределения. Свойства оценок.

Точечные оценки математического ожидания и дисперсии.

Метод моментов для точечной оценки параметров распределения: оценка одного параметра, оценка двух параметров.

Доверительный интервал. Надежность оценки.

Доверительный интервал для математического ожидания при известном среднем квадратическом отклонении (параметры нормального распределения).

Доверительный интервал для математического ожидания при неизвестном среднем квадратическом отклонении.

Доверительный интервал для среднего квадратического отклонения нормального распределения.

Выборочное уравнение регрессии. Отыскание параметров выборочного уравнения прямой линии регрессии.

Статистические гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Статистический критерий проверки нулевой гипотезы.

Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной

совокупности по критерию Пирсона.

Сравнение двух дисперсий нормальных генеральных совокупностей.

### **Тема 3. Системы эконометрических уравнений**

Общее понятие о системах уравнений, используемых в эконометрике. Структурная и приведенная формы модели. Проблема идентификации. Оценивание параметров структурной модели. Применение систем эконометрических уравнений. Путевой анализ.

### **Тема 4. Моделирование одномерных временных рядов**

Основные элементы временного ряда. Автокорреляция уровней временного ряда и выявление его структуры. Моделирование тенденции временного ряда. Моделирование сезонных и циклических колебаний. Моделирование тенденции временного ряда при наличии структурных изменений.

## **5.4 Практические занятия**

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
3 семестр		
1	Случайные величины. Функция и плотность распределения. ДСВ. НСВ. Числовые характеристики.	8
1	Основные законы распределения для ДСВ и НСВ.	8
2	Элементы математической статистики.	4
2	Точечные оценки. Метод моментов. Доверительные интервалы.	4
2	Статистические гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Статистический критерий проверки нулевой гипотезы.	4
2	Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности по критерию Пирсона. Сравнение двух дисперсий нормальных генеральных совокупностей.	4
3	Системы эконометрических уравнений. Структурная и приведенная формы модели. Проблема идентификации. Оценивание параметров структурной модели.	6
4	Основные элементы временного ряда. Автокорреляция уровней временного ряда и выявление его структуры. Моделирование тенденции временного ряда.	2
4	Моделирование сезонных и циклических колебаний. Моделирование тенденции временного ряда при наличии структурных изменений.	2
Итого по дисциплине		42

## **5.5 Лабораторный практикум**

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

## 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. [1-16] Выполнение ИДЗ № 1.	18
2	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. [1-16] Выполнение ИДЗ 2.	20
3	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. [1-16] Выполнение ИДЗ № 6. Поиск, анализ, обработка информации по теме.	18
4	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. [1-16] Выполнение ИДЗ № 7. Поиск, анализ, обработка информации по теме	18
Итого по дисциплине		74

## 5.7 Курсовые проекты

Курсовые проекты учебным планом не предусмотрены.

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Эконометрика: учебник для магистров / И. И. Елисеева [и др.]; под ред. И. И. Елисеевой. — М.: Издательство Юрайт, 2014. — 453 с. — Серия : Магистр.

2. Артамонов, Н.В. Введение в эконометрику [Электронный ресурс] : учебник / Н.В. Артамонов. — Электрон. дан. — Москва : МЦНМО, 2014. — 222 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/80111> .

3. Методы и модели эконометрики. Часть 1. Анализ данных [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.И. Бантикова [и др.]. — Электрон. дан. — Оренбург : ОГУ, 2015. — 574 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98113> .

б) дополнительная литература:

4. Эконометрика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / сост. А. И. Декина, А. С. Ащеулова. — Электрон. дан. — Кемерово : КемГСХИ, 2016. — 53 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92581>

5. Березинец, И.В. Основы эконометрики [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Березинец. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : СПбГУ, 2011. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47492> .



6. Статистические ежегодники «Российская Федерация», «Регионы России».

7. Краткий статистический сборник «Россия в цифрах».

8. Ежемесячный журнал «Вопросы статистики».

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

9. Методы и модели эконометрики. Часть 2. Эконометрика пространственных данных [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.И. Бантикова [и др.]. — Электрон. дан. — Оренбург : ОГУ, 2015. — 434 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98112> .

10. Федеральная служба государственной статистики. Официальный сайт. - <http://www.gks.ru/>

11. Федеральный образовательный портал «Экономика, социология, менеджмент». Официальный сайт. - <http://www.ecsocman.edu.ru/>

12 Письменный Д.Т. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам. Высшее образование [Текст] / Д. Т. Письменный. - 5-е изд. - М. : Айрис Пресс, 2010. - 288с. –ISBN 978-5-8112-3998-6 — Количество экземпляров – 52.

13 Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учебное пособие для вузов [Текст] / В. Е. Гмурман. - 11-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 404с. – 978-5-9916-6109-6 — Количество экземпляров – 36.

14 Библиотека СПбГУ ГА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spbguga.ru/objects/e-library/>, свободный (дата обращения 25.03.2024).

15 Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата обращения: 25.03.2024).

16 Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://urait.ru/>, свободный (дата обращения: 25.03.2024).

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Аудитория с проектором (ауд. 411)

Электронная библиотека кафедры № 4.

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУ ГА.

## **8 Образовательные и информационные технологии**

В рамках изучения дисциплины «Статистические методы прогнозирования» используются следующие образовательные технологии:

лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Лекция – основная форма систематического, последовательного устного изложения учебного материала. Традиционная лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение фундаментальных основ научных знаний. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее важных вопросах изучаемой темы, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Практические занятия по дисциплине проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести практические навыки решения задач. Практические занятия предназначены для более глубокого освоения и анализа тем, изучаемых в рамках данной дисциплины, а также выработки необходимых умений и навыков. Во время практического занятия проводятся контрольные работы, защиты расчетно-графических работ. Практические занятия предполагают индивидуальную работу каждого обучающегося, направленную на формирование у него компетенций, определенных в рамках дисциплины «Статистические методы прогнозирования».

Практические занятия по дисциплине «Статистические методы прогнозирования» являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа студента является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, отработка навыков использования математических методов для решения прикладных и практических задач, самостоятельная работа со справочниками, научно-популярной литературой, в том числе находящимися в глобальных компьютерных сетях. Самостоятельная работа включает выполнение индивидуальных домашних заданий и расчетно-графических работ. В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

## **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам

текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Оценочные средства включают: устные опросы и индивидуальные домашние задания.

Устный опрос проводится на лекционных занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Индивидуальные домашние задания являются частью самостоятельной работы обучающегося, позволяют закрепить умения пользоваться изученными методами для решения задач, включают расчетные задачи по темам дисциплины.

К моменту сдачи экзамена должны быть успешно пройдены все этапы текущего контроля успеваемости. Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Экзаменационный билет включает 2 теоретических вопроса и две расчетные задачи.

### **9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов по дисциплине**

Не предусмотрена.

### **9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

**ИДЗ:** ИДЗ является частью самостоятельной работы студента. Задание выдается после изучения соответствующей темы с указанием срока сдачи выполненной работы. Каждое задание является индивидуальным и состоит из одной или нескольких расчетных задач.

**Экзамен:** Экзамен проводится во время экзаменационной сессии согласно расписанию. В перечень вопросов включены основные определения, уравнения, формулировки теорем, формулы, задачи. На подготовку ответов отводится не менее 60 минут. Во время экзамена не допускается использование конспектов, учебников и любых электронных устройств.

### **9.3 Темы курсовых проектов по дисциплине**

Курсовые проекты учебным планом не предусмотрены.

### **9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам**

Входной контроль остаточных знаний не предусмотрен.

**9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
<b>I этап</b>		
ПК-1	$ИД_{ПК-1}^1$	Знает: основную математическую символику, используемую для целостного представления эконометрической модели; основные алгоритмы типовых численных методов построения эконометрической модели и определяет последовательность действий для решения этих задач;
ПК-2	$ИД_{ПК-2}^1$	основные математические методы решения профессиональных задач и последовательность действий для решения этих задач.  Умеет: употреблять математическую символику, использовать её для целостного представления эконометрической модели; определять последовательность действий для решения типовых задач по основным разделам курса; применять эконометрические методы и законы при решении типовых профессиональных задач.
<b>II этап</b>		
ПК-1	$ИД_{ПК-1}^2$	Умеет: решать типовые задачи по основным разделам курса.
ПК-2	$ИД_{ПК-2}^2$	Владет: навыками выбора оптимальных способов решения задач по основным разделам курса; навыками анализа, доказательства теоретических положений, алгоритмов, программ и процедур путём их сопоставления с опытными (эталонными или эмпирическими) данными, алгоритмами и программами путем применения математического инструментария для решения профессиональных задач.

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно отвечает на теоретический вопрос и правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает задачу верно, но при помощи преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя. Ситуационная задача решена не полностью, или содержатся незначительные ошибки в расчетах.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Задача не решена даже при помощи преподавателя.

## **9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине**

### **9.6.1 Примерный перечень теоретических вопросов для проведения устного опроса**

#### **Тема 1**

1. Случайная величина.
2. Ряд распределения.
3. Дискретная случайная величина.
4. Функция распределения случайной величины. Свойства.

5. Биноминальный закон распределения.
6. Распределение Пуассона.
7. Характеристики дискретной случайной величины. Мода.
8. Математическое ожидание. Его свойства.
9. Характеристики дискретной случайной величины.
10. Дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Свойства.

## **Тема 2**

1. Генеральная и выборочные совокупности.
2. Объем выборки.
3. Вариационный ряд.
4. Статистический ряд распределения выборки.
5. Эмпирическая функция распределения.
6. Теоретическая функция распределения.
7. Полигон.
8. Гистограмма.
9. Статистический оценки параметров распределения.
10. Свойства оценок.

## **Тема 3**

1. Возможные способы построения систем уравнений.
2. Связь структурной и приведенной формы модели.
3. Проблемы идентификации модели.
4. Необходимое условие идентификации.
5. Достаточное условие идентификации.
6. Суть косвенного метода наименьших квадратов.
7. Случай использования двухшагового метода наименьших квадратов.
8. Содержание двухшагового метода наименьших квадратов.
9. Мультипликаторные модели кейнсианского типа.
10. Интерпретация коэффициентов приведенной формы модели кейнсианского типа.

## **Тема 4**

1. Основные элементы временного ряда.
2. Автокорреляция уровней временного ряда.
3. Количественная оценка автокорреляции временного ряда.
4. Определение автокорреляционной функции временного ряда.
5. Основные виды трендов.
6. Интерпретация параметров линейного тренда.
7. Интерпретация параметров экспоненциального тренда.
8. Общий вид мультипликативной модели временного ряда.
9. Общий вид аддитивной модели временного ряда.

10. Этапы построения мультипликативной и аддитивной моделей временного ряда.

### 9.6.2 Примерный перечень практических заданий для текущего контроля знаний

#### Индивидуальное задание №1

1. Дискретные случайные величины

Дискретная СВ  $X$  имеет ряд распределения

$X$	2	4	8
$P$	0,1	$p_2$	$p_3$

Найти  $p_2, p_3$ , если  $MX = 5$ .

2. Непрерывные случайные величины

Дана функция распределения случайной величины  $X$

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x < 0; \\ \frac{x^2}{4}, & x \in [0, 2]; \\ 1, & x > 2. \end{cases}$$

Найти: функцию плотности распределения вероятностей случайной величины  $X$ ; математическое ожидание; дисперсию; медиану;  $P(1 < X < 5)$ .

Дана плотность распределения случайной величины  $X$

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\cos x}{3}, & x \in [0, \pi/2]; \\ \frac{4}{3\pi}, & x \in (\pi/2, \pi]; \\ 0, & x \notin [0, \pi]. \end{cases}$$

Восстановить функцию распределения вероятностей этой случайной величины.

#### Индивидуальное задание №2

1. СВ  $X$  имеет равномерное распределение с математическим ожиданием  $MX = 3$  и дисперсией  $DX = \frac{3}{4}$ . Найти функцию плотности вероятности СВ  $X$ .

2. Найти дисперсию ДСВ  $X$  – числа появления события  $A$  в двух независимых испытаниях, если вероятность появления события в этих испытаниях одинаковы и известно, что  $MX = 1,2$ .

#### Индивидуальное задание №3

1. Постройте диаграмму рассеяния – диаграмму зависимости значений результативного признака  $y_i$  от значений фактора  $x_i$ .
2. Вычислите коэффициенты уравнения линейной регрессии.
3. Вычислите коэффициент корреляции  $r_{xy}$ .
4. Вычислите расчетные значения  $\bar{y}_i = a + bx_i, i = \{1, n\}$ .
5. Вычислите остатки, т.е. отклонения истинных значений признака от расчетных.
6. Постройте график остатков.
7. Найдите величину средней относительной ошибки аппроксимации  $\bar{A}$ .
8. Постройте на диаграмме рассеяния прямую линейной регрессии.
9. Рассчитайте стандартные ошибки параметров линейной регрессии и коэффициента корреляции. Вычислите соответствующие значения  $t$  - статистик. Проверьте статистическую значимость полученных значений параметров регрессии.
10. Вычислите доверительные интервалы параметров линейной регрессии.
11. Постройте точечный прогноз значения  $y$  при значении  $x$  в 3 раза больше, чем средний уровень  $\bar{x}$ .
12. Вычислите стандартную ошибку прогноза индивидуального значения и доверительный интервал полученного прогноза.
13. Получите результаты регрессионного анализа.
14. По результатам исследования оформите отчет.

#### **Индивидуальное задание №4**

1. Смоделируйте выборку из 30 наблюдений по формуле (формулы выдаются для каждого студента).
2. Проверьте гипотезу о гомоскедастичности наблюдений по методу Гольфанда-Квандта.
3. Разделите совокупность из оставшихся наблюдений на две группы (соответственно с малыми и большими значениями объясняющей переменной) и по каждой выборке построьте свое уравнение парной регрессии.
4. Вычислите теоретические значения регрессий  $y_i$  для каждой выборки.
5. Определите остаточные суммы квадратов: для первой выборки  $S_1^2$ , для второй выборки  $S_2^2$ .
6. Вычислите отношение  $F$  и сравните с табличным значением  $F_{\text{табл}}$ . Сделайте вывод о принятии или отклонении гипотезы гомоскедастичности наблюдений.
7. Постройте график остатков.
8. Оформите отчет.

#### **Индивидуальное задание №5**

1. Смоделируйте две парные выборки из 20 наблюдений по формуле (формулы выдаются для каждого студента).



2. Постройте парные линейные регрессии – зависимости результативного признака  $y_i$  от факторов  $x_{i1}$  и  $x_{i2}$ , взятых по отдельности. В каждом случае постройте поле корреляции, вычислите коэффициенты уравнения линейной регрессии, коэффициент детерминации, коэффициент корреляции, значение F-статистики.

3. Перед построением множественной регрессии необходимо исследовать мультиколлинеарность факторов – случай, когда факторы связаны между собой линейной зависимостью.

4. Вычислите коэффициенты уравнения множественной регрессии в матричном виде. Запишите уравнение регрессии в развернутой форме.

5. Вычислите расчетные значения  $\bar{y}_i = a + [b_1 x]_{i1} + [b_2 x]_{i2}$ ,  $i = \{1, 2, \dots\}$ .

6. Вычислите остатки, т.е. отклонения истинных значений признака от расчетных.

7. Найдите величину средней ошибки аппроксимации  $\bar{A}$  и оценку для дисперсии остатков.

8. Вычислите множественный коэффициент детерминации  $R^2$ , сравните его с коэффициентами детерминации парных линейных регрессий, полученных в п.2.

9. Вычислите фактическое значение F-статистики и проверьте значимость полученного уравнения в целом.

10. Вычислите частные коэффициенты корреляции. Сравните их с парными коэффициентами корреляции, полученными в п.2.

11. Вычислите стандартные ошибки коэффициентов регрессии с помощью t-критерия Стьюдента.

12. Постройте точечный прогноз для значений переменных, в 3 раза превышающих их средние значения.

13. Получите результаты множественного регрессионного анализа.

14. По результатам исследования оформите отчет.

### **Индивидуальное задание №6**

1. Постройте приведенную форму модели Кейнса.

2. Смоделируйте выборку из 20 наблюдений по схеме (схемы выдаются для каждого студента).

3. По полученным в п.2 данным найдите оценки коэффициентов двух парных линейных регрессий.

4. Используя полученные в п.3 оценки коэффициентов парных регрессий, получите аналитическое выражение коэффициентов  $a$  и  $b$ , которые являются оценками структурных коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$ .

5. Для того, чтобы убедиться в преимуществе подобного метода построения оценок структурных коэффициентов, сравним полученные оценки с оценками, определяемыми при построении «прямых» регрессий. Постройте парную регрессию  $S$  на  $Y$  методом наименьших квадратов.

6. Сравните оценку  $b$ , найденную в п.4, и оценку  $b_1$ , полученную в п.5.

7. Выполните все предыдущие вычисления для  $\sigma = 4$ . Сравните результаты.

8. Оформите отчет.

### **Индивидуальное задание № 7**

1. Смоделируйте три ряда по 30 наблюдений в каждом по формулам (формулы выдаются для каждого студента).
2. Постройте графики полученных временных рядов.
3. Проверьте каждый из полученных трех рядов по обоим критериям для проверки гипотезы случайности ряда.
4. Оформите отчет, в котором приведите исходные ряды, их графики, результаты проверки критериев и выводы.

### **9.6.3 Примерный перечень контрольных вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, включающий основные определения, уравнения, формулировки теорем, формулы, задачи**

#### **Тема 1**

1. Случайная величина. Ряд распределения. Дискретная случайная величина.
2. Функция распределения случайной величины. Свойства.
3. Биноминальный закон распределения.
4. Распределение Пуассона.
5. Характеристики дискретной случайной величины. Мода. Математическое ожидание. Его свойства.
6. Характеристики дискретной случайной величины. Дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Свойства.
7. Геометрический закон распределения. Связь числовых характеристик и параметров распределений дискретных случайных величин.
8. Определение непрерывной случайной величины. Функция плотности распределения вероятностей. Свойства функции. Кривая распределения.
9. Числовые характеристики непрерывной случайной величины: мода, медиана.
10. Числовые характеристики непрерывной случайной величины: математическое ожидание. Свойства.
11. Числовые характеристики непрерывной случайной величины: дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Свойства.
12. Закон равномерного распределения вероятностей. Связь числовых характеристик и параметров распределения.
13. Показательный закон распределения. Связь числовых характеристик и параметров распределения.
14. Функция Лапласа.
15. Нормальное распределение. Кривая Гаусса.
16. Связь числовых характеристик и параметров нормального распределения. Нормированное распределение.

17. Интегральная теорема Муавра – Лапласа.
18. Закон больших чисел (теорема Чебышева). Центральная предельная теорема.

## **Тема 2**

1. Генеральная и выборочные совокупности. Объем выборки.
2. Вариационный ряд. Статистический ряд распределения выборки.
3. Эмпирическая функция распределения. Теоретическая функция распределения.
4. Полигон. Гистограмма.
5. Статистический оценки параметров распределения. Свойства оценок.
6. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии.
7. Метод моментов для точечной оценки параметров распределения: оценка одного параметра, оценка двух параметров.
8. Доверительный интервал. Надежность оценки.
9. Доверительный интервал для математического ожидания при известном среднем квадратическом отклонении (параметры нормального распределения).
10. Доверительный интервал для математического ожидания при неизвестном среднем квадратическом отклонении.
11. Доверительный интервал для среднего квадратического отклонения нормального распределения.
12. Выборочное уравнение регрессии. Отыскание параметров выборочного уравнения прямой линии регрессии.
13. Статистические гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Статистический критерий проверки нулевой гипотезы.
14. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности по критерию Пирсона.
15. Сравнение двух дисперсий нормальных генеральных совокупностей.

## **Тема 3**

1. Назовите возможные способы построения систем уравнений. Чем они отличаются друг от друга.
2. Как связаны между собой структурная и приведенная формы модели.
3. В чем состоят проблемы идентификации модели. Какие условия идентификации (необходимое и достаточное) вы знаете.
4. Раскройте суть косвенного метода наименьших квадратов.
5. В каких случаях используется двухшаговый метод наименьших квадратов. Раскройте его содержание.
6. Что представляют собой мультипликаторные модели кейнсианского типа. Как интерпретируются коэффициенты приведенной формы такой модели.
7. Приведите пример динамической модели экономики.

8. Как строится структурная модель спроса и предложения.
9. В чем состоит сущность путевого анализа.
10. Как производится оценка путевых коэффициентов.
11. Назовите составляющие коэффициента корреляции, которые выделяются с помощью путевого анализа.

#### **Тема 4**

1. Перечислите основные элементы временного ряда.
2. Что такое автокорреляция уровней временного ряда. Как ее можно оценить количественно.
3. Определение автокорреляционной функции временного ряда.
4. Основные виды трендов.
5. Какова интерпретация параметров линейного и экспоненциального трендов.
6. Выпишите общий вид мультипликативной и аддитивной модели временного ряда.
7. Перечислите этапы построения мультипликативной и аддитивной моделей временного ряда.
8. С какими целями проводятся выявление и устранение сезонного эффекта.
9. Как структурные изменения влияют на тенденцию временного ряда.
10. Какие тесты используют для проверки гипотезы о структурной стабильности временного ряда.
11. Концепция теста Чоу.
12. Изложите суть метода Гуйарати. В чем его преимущество перед тестом Чоу.

#### **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания дисциплины «Статистические методы прогнозирования» характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебно-воспитательных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Учебные занятия начинаются и заканчиваются по времени в соответствии с утвержденным режимом СПб ГУГА в аудиториях согласно семестровым расписаниям теоретических занятий. На занятиях, предусмотренных расписанием, обязаны присутствовать все обучающиеся.

Для успешного освоения дисциплины «Статистические методы прогнозирования» требуется планомерная систематическая самостоятельная работа обучающегося. Во время лекций вести конспект лекций, записывая все

изучаемые определения, теоремы, замечания к ним и решения предлагаемых задач. Конспект лекций следует иметь на практических занятиях. Во время практических занятий обучающиеся самостоятельно выполняют все задачи занятия, при этом преподаватель неоднократно контролирует правильность применения изучаемых методов и проводимых вычислений. В случае обнаружения преподавателем ошибок обучающийся должен исправить решение и довести его до верного ответа. Если во время занятия обучающийся не успевает сделать все задания, то он должен решить их самостоятельно в часы самостоятельной работы. Обучающийся должен выполнять все индивидуальные домашние задания в срок. Во время экзамена не допускается использование конспектов, учебников и любых электронных устройств.

Экзамен проводится в соответствии с расписанием зачётов и экзаменов. Перед ними проводится консультация, во время которой обучающиеся могут уточнить ответы по списку вопросов к экзамену. Экзамен проводится в письменной форме. Проверка ответов производится после сдачи ответов всех обучающихся, сдающих экзамен. По окончании проверки ответов преподаватель озвучивает оценки, полученные каждым обучающимся, с указанием допущенных ошибок. При получении оценки 2 «не удовлетворительно» или отметки «не аттестован», обучающийся сдаёт экзамен во время дополнительной сессии. Оценка за экзамен во время дополнительной сессии формируется по тем же правилам, что и в основной сессии.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.04.03 «Аэронавигация», направленность программы (профиль) «Управление бизнес-проектами на воздушном транспорте».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №28 «Коммерческая деятельность» «10» апреля 2024 года, протокол № 10.

Разработчики:



Осийук Е.А.

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)*

Заведующая кафедрой №4 «Высшей математики»

к.э.н., доцент



Черняк Т.А.

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)*

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.э.н., доцент



Фомина И.А.

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)*

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета «17» апреля 2024 года, протокол № 7.