



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методы обработки данных и анализ временных рядов

направление подготовки/специальность 01.04.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Информационные технологии и математическое моделирование в строительстве

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины (модуля):

Статистическая обработка научных и экономических данных, а точнее эконометрические вычисления позволяют проводить количественный анализ реальных научных и экономических явлений. Данная дисциплина является введением в широкий круг задач, связанных с моделированием различных (экономических) процессов. В курсе обсуждаются методологические аспекты применения статистических методов в научных и экономических исследованиях, рассматриваются вопросы статистического моделирования экономических систем. Программой, в соответствии с общим планом подготовки, предусмотрено изучение следующих разделов: основные описательные статистики и их выборочные оценки; основы корреляционного анализа; парная регрессия; множественная регрессия; элементы корреляционного анализа временных рядов; моделирование динамических процессов. В результате изучения курса слушатели приобретают навыки построения статистических экономико-математических моделей и использования их для анализа и объяснения поведения исследуемых экономических явлений, параметров и взаимосвязей.

Задачи дисциплины (модуля):

Исследование детерминированных и стохастических временных рядов занимает важное место при анализе различных экономических, социологических, технических и прочих процессов, а также для их прогноза. Основной задачей анализа наблюдаемых случайных временных рядов является их интерпретация на основе различных моделей, свойства которых известны. Данная дисциплина является введением в широкий круг задач, связанных с анализом и прогнозом поведения стохастических финансовых временных рядов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1 Осуществляет выбор математических методов при решении актуальных задач фундаментальной и(или) прикладной математики	знает - MS Excel, для решения практических задач на ЭВМ; - как подобрать модель временного ряда. умеет - на основании статистических данных сформулировать и построить модель экономического процесса и проанализировать результаты моделирования; - пользоваться комплексами универсальных программ для решения практических задач на ЭВМ. владеет - навыками использования соответствующих аналитических и численных методов.

ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.3 Демонстрирует результат решения задачи фундаментальной и(или) прикладной математики	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - как вычислять параметры подобранной модели и определять ее порядок; - стационарные и нестационарные стохастические временные ряды и модели, которые их описывают. <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - делать прогноз и определять его точность; - определять параметры применяемых моделей и прогнозировать на их основе. <p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками использования модели различных временных рядов; - методологическими аспектами применения спектральных и статистических методов для исследования временных рядов.
---	---	--

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.09 основной профессиональной образовательной программы 01.04.02 Прикладная математика и информатика и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Статистические программные комплексы. Язык R	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

знать:

- основные понятия информатики;
- основы разработки алгоритмов;
- основные механизмы обработки информации в памяти компьютера.

уметь:

- работать на персональном компьютере;
- пользоваться операционной системой;
- использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения.

владеть:

- первичными навыками и основными методами решения математических задач;
- навыками работы с учебной литературой;
- основными приёмами работы на компьютере с прикладным программным обеспечением.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Анализ больших данных	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1
2	Моделирование экологических процессов	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			2
Контактная работа	48		48
Практические занятия (Пр)	48	0	48
Иная контактная работа, в том числе:	1,05		1,05
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
Часы на контроль	26,75		26,75
Самостоятельная работа (СР)	68,2		68,2
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	144		144
зачетные единицы:	4		4

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Случайная величина, описательные статистики										
1.1.	Система случайных величин	2			2			2	4	ОПК-1.1, ОПК-1.3	
1.2.	Выборочные оценки распределения и статистик	2			2			2	4	ОПК-1.1, ОПК-1.3	
1.3.	Основы корреляционного анализа	2			2			2	4	ОПК-1.1, ОПК-1.3	
1.4.	Парная регрессия	2			2			2	4	ОПК-1.1, ОПК-1.3	
1.5.	Множественная регрессия	2			2			2	4	ОПК-1.1, ОПК-1.3	
1.6.	Корреляционный анализ временных зависимостей	2			2			2	4	ОПК-1.1, ОПК-1.3	
1.7.	Моделирование динамических процессов	2			2			2	4	ОПК-1.1, ОПК-1.3	
2.	2 раздел. Современный компьютерный анализ данных										
2.1.	Вычисление описательных статистик в MS Excel	2			2			3,5	5,5	ОПК-1.1, ОПК-1.3	
2.2.	Вычисление описательных статистик в "Statistica for Windows"	2			2			3,5	5,5	ОПК-1.1, ОПК-1.3	
2.3.	Построение моделей, описывающих связь между данными, в MS Excel	2			2			3,5	5,5	ОПК-1.1, ОПК-1.3	
2.4.	Построение однофакторных регрессионных моделей TableCurve 2D	2			2			3,7	5,7	ОПК-1.1, ОПК-1.3	
3.	3 раздел. Временные ряды и случайные процессы										
3.1.	Вероятностное описание временного ряда	2			2			4	6	ОПК-1.1, ОПК-1.3	
3.2.	Автоковариационная и автокорреляционная функции	2			2			4	6	ОПК-1.1, ОПК-1.3	
3.3.	Декомпозиция временного ряда, тренд, сезонная и циклическая компоненты	2			2			4	6	ОПК-1.1, ОПК-1.3	

3.4.	Стационарные ряды, модель ARMA и её представления	2			2				4	6	ОПК-1.1, ОПК-1.3
3.5.	Оценивание параметров на основе принципа правдоподобия	2			2				4	6	ОПК-1.1, ОПК-1.3
3.6.	Однородно нестационарные ряды, модель ARIMA	2			6					6	ОПК-1.1, ОПК-1.3
3.7.	Прогнозы в линейных моделях	2			2				4	6	ОПК-1.1, ОПК-1.3
3.8.	Экономические модели сезонных временных рядов	2			2				4	6	ОПК-1.1, ОПК-1.3
3.9.	Нелинейные условно-гауссовские модели, ARCH и GARCH	2			2				4	6	ОПК-1.1, ОПК-1.3
3.10.	Модели EGARCH, TGARCH, HGARCH	2			2				4	6	ОПК-1.1, ОПК-1.3
3.11.	Модели стохастической волатильности	2			2				4	6	ОПК-1.1, ОПК-1.3
4.	4 раздел. Иная контактная работа										
4.1.	Иная контактная работа	2								0,8	ОПК-1.1, ОПК-1.3
5.	5 раздел. Контроль										
5.1.	Экзамен	2								27	ОПК-1.1, ОПК-1.3

5.1. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Система случайных величин	Система случайных величин Случайная величина, описательные статистики. Непрерывная и дискретная случайные величины. Аксиомы теории вероятностей. Законы распределения, интегральный закон распределения и плотность распределения. Начальный и центральный моменты. Математическое ожидание и дисперсия, их свойства. Среднее квадратичное отклонение, коэффициенты асимметрии и эксцесса. Нормированная случайная величина. Равномерное и нормальное распределения. Абсолютное отклонение. Система случайных величин. Интегральная и дифференциальная функции распределения системы двух случайных величин. Условный закон распределения. Стохастическая связь и независимость случайных величин. Коэффициенты ковариации и корреляции. Система двух нормально распределенных случайных величин. Линия регрессии. Система нескольких случайных величин. Коэффициенты частной корреляции.
2	Выборочные оценки распределения и статистик	Выборочные оценки распределения и статистик Выборочные оценки распределения и статистик. Генеральная совокупность и выборка из нее. Репрезентативная выборка. Случайная выборка. Эмпирическая функция распределения и ее график. Гистограмма распределения и эмпирическая плотность вероятности. Оценка математического ожидания и дисперсии. Классификация ошибок измерения. Закон сложения ошибок. Ошибки косвенных измерений. Доверительные интервалы и доверительная вероятность. Оценка математического ожидания и дисперсии

		нормально распределенной случайной величины, распределения Стьюдента и хи-квадрат. Сравнение двух средних, сравнение нескольких средних. Сравнение двух дисперсий, сравнение нескольких дисперсий. Проверка однородности результатов измерений. Сравнение выборочного и генерального распределений, критерии Пирсона, Колмогорова, омега-квадрат. Принадлежность двух выборок одной и той же совокупности, критерий Вилькоксона.
3	Основы корреляционного анализа	Основы корреляционного анализа Основы корреляционного анализа. Выборочные коэффициенты ковариации и корреляции.
4	Парная регрессия	Парная регрессия Парная регрессия. Подгонка кривой. Метод наименьших квадратов. Уравнение в отклонениях. Линейная регрессионная модель с двумя переменными, основные гипотезы, оценка дисперсии ошибок, доверительные интервалы для коэффициентов регрессии, коэффициент детерминации, F-статистика. Парная регрессия по сгруппированным данным. Нелинейная парная регрессия. Случай сведения нелинейной регрессии к линейной.
5	Множественная регрессия	Множественная регрессия Множественная регрессия. Множественная линейная регрессия, основные гипотезы. Метод наименьших квадратов. Оценка дисперсии ошибок, коэффициент детерминации, скорректированный коэффициент детерминации, доверительные интервалы и области. Фиктивные переменные. Частная корреляция. Процедура пошагового отбора переменных. Спецификация модели, исключение существенных переменных, включение несущественных переменных. Нелинейная множественная регрессия.
6	Корреляционный анализ временных зависимостей	Корреляционный анализ временных зависимостей Корреляционный анализ временных зависимостей. Авторегрессионный процесс первого порядка, оценивание параметров. Тест Дарбина-Уотсона на наличие или отсутствие корреляции по времени.
7	Моделирование динамических процессов	Моделирование динамических процессов Моделирование динамических процессов. Прогнозирование в регрессионных моделях. Безусловное прогнозирование. Условное прогнозирование. Прогнозирование при наличии авторегрессии ошибок. Распределение Койка. Частичная корректировка. Адаптивные ожидания. Модель Фридмана с постоянным доходом. Рациональные ожидания. Прогноз.
8	Вычисление описательных статистик в MS Excel	Вычисление описательных статистик в MS Excel Рассматриваются первичные способы обработки данных. Анализ простых (несгруппированных) данных, расчет элементарных (описательных) статистик. Встроенные статистические функции. Группирование данных. Анализ сгруппированных данных. Генерирование значений случайной величины. Моделирование случайной величины, имеющей различные распределения.
9	Вычисление описательных статистик в "Statistica for Windows"	Вычисление описательных статистик в «Statistica for Windows» Расчет элементарных (описательных) статистик. Встроенные статистические функции. Анализ сгруппированных данных. Генерирование значений случайной величины. Моделирование случайной величины, имеющей различные распределения.
10	Построение моделей, описывающих связь между данными, в MS	Построение моделей, описывающих связь между данными, в MS Excel Вычисление ковариаций и корреляций. Построение регрессионного

	Excel	уравнения. Линейная регрессия, встроенные функции MS Excel. Статистические критерии качества полученного регрессионного соотношения. Коэффициент детерминации, F-статистика. Доверительные интервалы для коэффициентов уравнения регрессии. Ввод формул. Регрессия на основе нелинейных уравнений.
11	Построение однофакторных регрессионных моделей TableCurve 2D	Построение однофакторных регрессионных моделей TableCurve 2D Предварительная подготовка данных. Ввод и импорт данных. Запуск вычислений. Выбор класса уравнений. Упорядочивание и фильтрация результатов. Таблица параметров уравнения регрессии. Интерпретация результатов. Анализ остатков. Форматирование графика. Устранение «неудачных» значений. Использование фильтров, вычисление Фурье спектра, сглаживание сплайном. Генерация таблиц. Сохранение результатов анализа. Экспорт результатов в MS Word
12	Вероятностное описание временного ряда	Вероятностное описание временного ряда Вероятностное описание временного ряда. Основные определения. Условия согласованности. Математическое ожидание и временное среднее.
13	Автоковариационная и автокорреляционная функции	Автоковариационная и автокорреляционная функции Автоковариационная и автокорреляционная функции. Теорема Винера-Хинчина. Свойства автоковариационной и автокорреляционной функции. Стационарность в узком и широком смысле, нестационарность, эргодичность. Частная корреляционная функция. Выборочная ковариационная функция, свойства ее оценок. Оценивание корреляционной функции. Теорема Слуцкого. Характеристическая функция. Разложение Карунена–Лозва.
14	Декомпозиция временного ряда, тренд, сезонная и циклическая компоненты	Декомпозиция временного ряда, тренд, сезонная и циклическая компоненты Декомпозиция временного ряда, тренд, сезонная и циклическая компоненты. Мультипликативное и аддитивное представление. Типы тренда. Оценка тренда методом наименьших квадратов. Оценка спектра функции, сезонной и циклической компонент.
15	Стационарные ряды, модель ARMA и её представления	Стационарные ряды, модель ARMA и ее представления Стационарные ряды, модель ARMA и ее представления. Линейный процесс и его ковариационная функция. Процесс Башелье–Винера. Белый шум. Процесс скользящего среднего конечного порядка. Непрерывные и дискретные процессы авторегрессии, процессы первого и второго порядка, их корреляционные функции. Процесс авторегрессии скользящего среднего (ARMA), устойчивость (или стационарность), корреляционная функция. Различные представления модели.
16	Оценивание параметров на основе принципа правдоподобия	Оценивание параметров на основе принципа правдоподобия Оценивание параметров на основе принципа правдоподобия. Приближенная функция правдоподобия. Процессы авторегрессии первого и второго порядка, произвольного порядка. Выборочные оценки среднего правдоподобия, процесс первого и второго порядка. Определение порядка авторегрессии, частная корреляционная функция, уравнения Юла–Уокера. Оценивание параметров процесса, скользящего среднего.
17	Однородно нестационарные ряды, модель ARIMA	Однородно нестационарные ряды, модель ARIMA Однородно нестационарные ряды, модель ARIMA. Общая модель для нестационарного процесса, проявляющего однородность. Общий вид модели. Различные представления модели (разностным уравнением, через случайные импульсы. Обращенное представление

		модели. Процессы проинтегрированного скользящего среднего, модель (0,1,1), модель (0,2,2), модель (0,d,q).
17	Однородно нестационарные ряды, модель ARIMA	Однородно нестационарные ряды, модель ARIMA Выполнение практического задания.
18	Прогнозы в линейных моделях	Прогнозы в линейных моделях Прогнозы в линейных моделях. Прогноз с минимальной среднеквадратичной ошибкой и его свойства. Вывод формулы для прогноза с минимальной среднеквадратичной ошибкой. Подправление прогноза, вычисление весов. Прогнозирующая функция и веса прогноза. Прогнозирование процесса ARIMA: (0,1,1), (0,2,2), (0,d,q), (p,d,0), (1,0,1).
19	Экономические модели сезонных временных рядов	Экономические модели сезонных временных рядов Экономические модели сезонных временных рядов. Сезонные модели, включающие подстраиваемые синусоиды и косинусоиды. Общая мультипликативная модель сезонного ряда.
20	Нелинейные условно-гауссовские модели, ARCH и GARCH	Нелинейные условно-гауссовские модели, ARCH и GARCH Нелинейные условно-гауссовские модели, ARCH и GARCH.
21	Модели EGARCH, TGARCH, HGARCH	Модели EGARCH, TGARCH, HGARCH. Модели EGARCH, TGARCH, HGARCH.
22	Модели стохастической волатильности	Модели стохастической волатильности Модели стохастической волатильности

5.2. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Система случайных величин	Система случайных величин Изучение пройденного материала.
2	Выборочные оценки распределения и статистик	Выборочные оценки распределения и статистик Изучение пройденного материала.
3	Основы корреляционного анализа	Основы корреляционного анализа Изучение пройденного материала.
4	Парная регрессия	Парная регрессия Изучение пройденного материала.
5	Множественная регрессия	Множественная регрессия Изучение пройденного материала.
6	Корреляционный анализ временных зависимостей	Корреляционный анализ временных зависимостей Изучение пройденного материала.
7	Моделирование динамических процессов	Моделирование динамических процессов Изучение пройденного материала.
8	Вычисление описательных статистик в MS Excel	Вычисление описательных статистик в MS Excel Изучение пройденного материала.
9	Вычисление описательных статистик в "Statistica	Вычисление описательных статистик в «Statistica for Windows» Изучение пройденного материала.

	for Windows"	
10	Построение моделей, описывающих связь между данными, в MS Excel	Построение моделей, описывающих связь между данными, в MS Excel Изучение пройденного материала.
11	Построение однофакторных регрессионных моделей TableCurve 2D	Построение однофакторных регрессионных моделей TableCurve 2D Изучение пройденного материала.
12	Вероятностное описание временного ряда	Вероятностное описание временного ряда Изучение пройденного материала.
13	Автоковариационная и автокорреляционная функции	Автоковариационная и автокорреляционная функции Изучение пройденного материала.
14	Декомпозиция временного ряда, тренд, сезонная и циклическая компоненты	Декомпозиция временного ряда, тренд, сезонная и циклическая компоненты Выполнение практического задания.
15	Стационарные ряды, модель ARMA и её представления	Стационарные ряды, модель ARMA и её представления Выполнение практического задания.
16	Оценивание параметров на основе принципа правдоподобия	Оценивание параметров на основе принципа правдоподобия Выполнение практического задания.
18	Прогнозы в линейных моделях	Прогнозы в линейных моделях Выполнение практического задания.
19	Экономические модели сезонных временных рядов	Экономические модели сезонных временных рядов Изучение пройденного материала.
20	Нелинейные условно-гауссовские модели, ARCH и GARCH	Нелинейные условно-гауссовские модели, ARCH и GARCH Выполнение практического задания.
21	Модели EGARCH, TGARCH, HGARCH	Модели EGARCH, TGARCH, HGARCH. Выполнение практического задания.
22	Модели стохастической волатильности	Модели стохастической волатильности Выполнение практического задания.

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к экзамену.

Залогом успешного освоения дисциплины является обязательное посещение практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется при выполнении практических заданий.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является экзамен. Экзамен проводится по расписанию. Форма проведения занятия может быть устная, письменная и в электронном виде. Студенты, не прошедшие аттестацию, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Система случайных величин	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Устный опрос студентов
2	Выборочные оценки распределения и статистик	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Устный опрос студентов
3	Основы корреляционного анализа	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Устный опрос студентов
4	Парная регрессия	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Устный опрос студентов
5	Множественная регрессия	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Устный опрос студентов
6	Корреляционный анализ временных зависимостей	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Устный опрос студентов
7	Моделирование динамических процессов	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Устный опрос студентов
8	Вычисление описательных статистик в MS Excel	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Устный опрос студентов
9	Вычисление описательных статистик в "Statistica for Windows"	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Устный опрос студентов
10	Построение моделей, описывающих связь между данными, в MS Excel	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Устный опрос студентов
11	Построение однофакторных регрессионных моделей TableCurve 2D	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Устный опрос студентов

12	Вероятностное описание временного ряда	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Устный опрос студентов
13	Автоковариационная и автокорреляционная функции	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Устный опрос студентов
14	Декомпозиция временного ряда, тренд, сезонная и циклическая компоненты	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Практическое задание №1
15	Стационарные ряды, модель ARMA и её представления	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Практическое задание №2
16	Оценивание параметров на основе принципа правдоподобия	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Практическое задание №3
17	Однородно нестационарные ряды, модель ARIMA	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Практическое задание №4
18	Прогнозы в линейных моделях	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Практическое задание №5
19	Экономические модели сезонных временных рядов	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Устный опрос студентов
20	Нелинейные условно-гауссовские модели, ARCH и GARCH	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Практическое задание №6
21	Модели EGARCH, TGARCH, HGARCH	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Практическое задание №7
22	Модели стохастической волатильности	ОПК-1.1, ОПК-1.3	Практическое задание №8
23	Иная контактная работа	ОПК-1.1, ОПК-1.3	
24	Экзамен	ОПК-1.1, ОПК-1.3	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Примерные типовые задания для проверки сформированности индикаторов достижения компетенций ОПК-1.1., ОПК-1.3

Для имеющихся температур приземного слоя воздуха выполнить следующее:

1. Аппроксимировать ряд при помощи модели ARMA;
2. Проверить ряд на наличие тренда при помощи модели ARIMA;
3. Разложить имеющийся ряд в ряд Фурье;
4. Разложить имеющийся ряд в ряд Гильберта;
5. Выполнить Вейвлет-разложение.

Файл с данными размещен по адресу ЭИОС Moodle
(<https://moodle.spbgasu.ru/mod/assign/view.php?id=65770>)

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безусловно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Временные ряды и случайные процессы. Основные определения.

2. Вероятностное описание временного ряда. Основные определения. Условия согласованности. Математическое ожидание и временное среднее.

3. Автоковариационная и автокорреляционная функции. Теорема Винера-Хинчина. Свойства автоковариационной и автокорреляционной функции. Стационарность в узком и широком смысле, нестационарность, эргодичность. Частная корреляционная функция. Выборочная ковариационная функция, свойства ее оценок. Оценивание корреляционной функции. Теорема Слуцкого. Характеристическая функция. Разложение Карунена–Лоэва.

4. Декомпозиция временного ряда, тренд, сезонная и циклическая компоненты. Мультипликативное и аддитивное представление. Типы тренда. Оценка тренда методом наименьших квадратов. Оценка спектра функции, сезонной и циклической компонент.

5. Стационарные ряды, модель ARMA и ее представления. Линейный процесс и его ковариационная функция. Процесс Башелье–Винера. Белый шум. Процесс скользящего среднего конечного порядка. Непрерывные и дискретные процессы авторегрессии, процессы первого и второго порядка, их корреляционные функции. Процесс авторегрессии скользящего среднего (ARMA), устойчивость (или стационарность), корреляционная функция. Различные представления модели.

6. Оценивание параметров на основе принципа правдоподобия. Приближенная функция правдоподобия. Процессы авторегрессии первого и второго порядка, произвольного порядка. Выборочные оценки среднего правдоподобия, процесс первого и второго порядка. Определение порядка авторегрессии, частная корреляционная функция, уравнения Юла–Уокера. Оценивание параметров процесса скользящего среднего.

7. Однородно нестационарные ряды, модель ARIMA. Общая модель для нестационарного процесса, проявляющего однородность. Общий вид модели. Различные представления модели (разностным уравнением, через случайные импульсы). Обращенное представление модели. Процессы проинтегрированного скользящего среднего, модель (0,1,1), модель (0,2,2), модель (0,d,q).

8. Прогнозы в линейных моделях. Прогноз с минимальной среднеквадратичной ошибкой и его свойства. Вывод формулы для прогноза с минимальной среднеквадратичной ошибкой. Подправление прогноза, вычисление весов. Прогнозирующая функция и веса прогноза. Прогнозирование процесса ARIMA: (0,1,1), (0,2,2), (0,d,q), (p,d,0), (1,0,1).

9. Экономические модели сезонных временных рядов. Сезонные модели, включающие подстраиваемые синусоиды и косинусоиды. Общая мультипликативная модель сезонного ряда.

10. Нелинейные условно-гауссовские модели, ARCH и GARCH.

11. Модели EGARCH, TGARCH, HGARCH.

12. Модели стохастической волатильности.

13. Вычисление описательных статистик в MS Excel

14. Анализ простых (несгруппированных) данных, расчет элементарных (описательных) статистик.

15. Встроенные статистические функции. Группирование данных. Анализ сгруппированных данных.

16. Генерирование значений случайной величины. Моделирование случайной величины, имеющей различные распределения.

17. Вычисление описательных статистик в «Statistica for Windows»

18. Расчет элементарных (описательных) статистик. Встроенные статистические функции.

19. Анализ сгруппированных данных. Генерирование значений случайной величины.

Моделирование случайной величины, имеющей различные распределения.

20. Построение моделей, описывающих связь между данными, в MS Excel

21. Вычисление ковариаций и корреляций. Построение регрессионного уравнения.

22. Линейная регрессия, встроенные функции MS Excel.

23. Статистические критерии качества полученного регрессионного соотношения.

Коэффициент детерминации, F-статистика.

24. Доверительные интервалы для коэффициентов уравнения регрессии. Ввод формул.

Регрессия на основе нелинейных уравнений.

25. Построение однофакторных регрессионных моделей TableCurve 2D

26. Предварительная подготовка данных. Ввод и импорт данных. Запуск вычислений. 2.

Выбор класса уравнений. Упорядочивание и фильтрация результатов.

27. Таблица параметров уравнения регрессии. Интерпретация результатов.

28. Анализ остатков. Форматирование графика. Устранение «неудачных» значений.

29. Использование фильтров, вычисление Фурье спектра, сглаживание сплайном.

30. Генерация таблиц. Сохранение результатов анализа. Экспорт результатов в MS Word.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Пример задания.

В соответствии со своим вариантом задания, необходимо:

1. аппроксимировать ряд при помощи модели ARMA;
2. проверить ряд на наличие тренда при помощи модели ARIMA.

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и

проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.	Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.	Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.
-------------------	--	---	---	--

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Шапкарина Г. Г., Корреляционный анализ в системах управления, Москва: МИСИС, 2020	https://e.lanbook.com/book/156019
2	Коробова Л. А., Черняева С. Н., Медведкова И. Е., Программные математические комплексы. Практикум, Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014	http://www.iprbookshop.ru/47442.html
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Воловиков С. А., Экономические прогнозы по временным рядам, Москва: Московский городской педагогический университет, 2010	http://www.iprbookshop.ru/26665.html
2	Шорохова И. С., Кисляк И. В., Мариев О. С., Статистические методы анализа, Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015	http://www.iprbookshop.ru/65987.html

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Теория вероятностей	http://window.edu.ru/resource/303/63303/files/terver2003.pdf
Математическая статистика	http://window.edu.ru/resource/304/63304/files/stat2000.pdf

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № ДЗ2009689201 от 18.12.2020г

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
47. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная аудитория для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска маркерная белая эмалевая, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
47. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10

47. Компьютерный класс	Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.
------------------------	---

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.