



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра информатики

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2022 г.

## **ОРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ**

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

---

**согласно паспорту научной специальности: 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта**

---

**по группе научных специальностей: 2.9. Транспортные системы**

---

**Форма обучения – очная**

Санкт-Петербург, 2022

## 1. Наименование дисциплины «Интеллектуальные организационно-технические системы и цифровые технологии»

Цели и задачи дисциплины – формирование знаний и навыков системного моделирования, имитационного подхода к описанию моделей систем, применения алгоритмов обработки данных для принятия эффективных решений на основе использования современных информационных технологий и программных средств.

Целями освоения дисциплины являются:

- изучение методов построения математических моделей для описания и прогнозирования различных процессов и систем на основе имеющихся данных;
- изучение основных инструментальных средств анализа данных, в том числе предварительный анализ природы данных, методы визуализации и статистической обработки данных, выявление связей и закономерностей;
- получение представления о способах и методах статистической обработки и анализа данных с использованием инструментов бизнес-аналитики и специализированных языков программирования.

Задачами освоения дисциплины являются приобретение знаний о методах системного моделирования, о принципах, способах и порядке обработки данных; изучение методов математического моделирования на основе данных и прогноза в случае данных, представленных временными рядами; формирование навыков в разработке и реализации математических моделей исследуемого процесса.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)	Наименование оценочного средства
Знать: – математические модели и методы, используемые для описания систем; – основы математического моделирования с использованием имитационных моделей; – алгоритмы анализа данных; – основы применения математических пакетов прикладных программ, инструментов бизнес-аналитики и языков программирования для статистической обработки данных и работы с графикой, основными алгоритмами обработки данных и способами их внешнего представления; – основные методы анализа данных и моделирования для решения профессиональных задач.	Практические задания; тесты
Уметь: – выявлять элемент(ы) и связь(и), создающие проблемную ситуацию с помощью имитационного моделирования; – осуществлять имитацию случайного процесса; – выделять характерные особенности, содержащиеся в данных; – интерпретировать результаты, полученные при анализе данных. – применять основные алгоритмы статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов.	Практические задания; тесты

<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы в программной среде имитационного моделирования;</li> <li>– навыками использования математических пакетов прикладных программ и инструментов бизнес-аналитики для анализа данных;</li> <li>– компьютерными методами, в том числе методами программирования, для обработки данных в профессиональных задачах.</li> </ul>	<p>Практические задания; тесты</p>
--	------------------------------------

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

3.1. Дисциплина «Интеллектуальные организационно-технические системы и цифровые технологии» относится к образовательному компоненту учебного плана программы аспирантуры.

3.2. Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, приобретенные при обучении по программам бакалавриата, специалитета и (или) магистратуры.

*Требования к основным знаниям, умениям и владениям обучающихся:*

Для освоения дисциплины «Интеллектуальные организационно-технические системы и цифровые технологии» необходимо:

знать:

- общие положения методологии исследования и проектирования сложных систем;
- прикладные пакеты визуализации данных;
- методы анализа и статистической обработки данных;
- основы корреляционного и регрессионного анализа;
- этапы составления математической модели.

уметь:

- проводить поиск, обработку и анализ различного рода информации и литературных источников;
- применять основные теоретические понятия, усвоенные в процессе обучения;
- визуализировать двух- и трехмерные данные на компьютере;
- вычислять основные описательные статистики;
- находить корреляционные связи и регрессионные соотношения.

владеть:

- навыками работы с литературой;
- стандартными методами и моделями анализа данных и их применением к решению прикладных задач;
- способностью к оценке степени адекватности предлагаемого аппарата к решению прикладных задач;
- навыками формализации прикладных задач, анализа и интерпретации решений соответствующих математических моделей.

3.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной: «Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации к защите». Освоение данной дисциплины обеспечивает возможность активного участия в международных образовательных программах, конференциях, симпозиумах, чтение специальной литературы и др.

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

Вид учебной деятельности		Часов	
		Всего	по семестрам
			4
<b>Контактная работа</b>		<b>30</b>	<b>30</b>
<i>в т. ч. лекции</i>			
<i>практические занятия (ПЗ)</i>		30	30
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>		<b>42</b>	<b>42</b>
Трудоемкость по дисциплине	часов:	<b>72</b>	<b>72</b>
	зач. ед:	2	2
Промежуточная аттестации по дисциплине	часов:		
	зач. ед:		
<b>ИТОГО:</b>		<b>72</b>	<b>72</b>
<b>Общая трудоемкость</b>		<b>2</b>	<b>2</b>

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

5.1. Тематический план дисциплины

№	Раздел дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям)			СР	Всего
			Лекц.	ПЗ	ЛЗ		
1.	1-й раздел. Информационные технологии анализа данных	4		18		30	50
1.1.	Основные описательные статистики. Построение выборочной функции распределения			3		6	10
1.2.	Проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ			3		6	10
1.3.	Корреляционный и регрессионный анализ			4		6	10
1.4.	Визуализация данных. Оперативный анализ данных			4		6	10
1.5.	Анализ и прогнозирование временных рядов			4		6	10
2.	2-й раздел. Имитационное моделирование			8		6	12
2.1.	Классификация имитационных моделей. Моделирование случайных процессов в среде Anylogic			8		6	12
3..	3-й раздел. Нейронные сети			4		6	10
3.1.	Применение нейронных сетей для задач классификации, прогнозирования и регрессии			4		6	10
<b>Форма промежуточной аттестации – зачет</b>			-	-	-	-	
<b>Итого часов:</b>			-	30	-	42	72

## 5.2. Содержание разделов дисциплины

1-й раздел: Информационные технологии анализа данных

1.1. Основные описательные статистики. Построение выборочной функции распределения

Математическая статистика. Основные понятия и определения. Выборочный метод. Выборочная функция распределения. Выборочные характеристики. Определение основных статистических характеристик. Проверка статистических гипотез. Проверка соответствия теоретическому распределению.

1.2. Проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ.

Общая схема проверки статистических гипотез. Проверка гипотез относительно равенства двух средних. Однофакторный дисперсионный анализ экспериментальных данных. Дисперсионный анализ с повторениями. Многофакторный дисперсионный анализ.

1.3. Корреляционный и регрессионный анализ

Понятие зависимых и независимых случайных величин. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции. Корреляционная матрица.

Регрессионный анализ. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Парная линейная регрессия. Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия.

Проверка значимости уравнения регрессии.

1.4. Цели и задачи визуализации. Этапы и методы визуализации.

1.5. Анализ и прогнозирование временных рядов

Задачи исследования временных рядов. Декомпозиция одномерного временного ряда на аддитивные составляющие. Стационарность случайного процесса и порождённого им временного ряда. Статистические модели одномерных временных рядов.

2-й раздел. Имитационное моделирование

2.1. Классификация имитационных моделей. Моделирование случайных процессов в среде Anylogic

Примеры имитационного моделирования. Реализация примеров имитационного моделирования с помощью программного обеспечения. Возможности системы имитационного моделирования Anylogic. Интерпретация результатов моделирования.

3-й раздел. Нейронные сети

3.1. Применение нейронных сетей для задач классификации, прогнозирования и регрессии

Нейроны и искусственные нейронные сети. Комбинирование входных сигналов. Функция активации элемента. Классификация нейронных сетей. Архитектуры нейронных сетей. Типы многослойных нейронных сетей. Сети с обратными связями. Алгоритм обучения однослойной нейронной сети.

Многослойная нейронная сеть. Алгоритм обратного распространения ошибки. Алгоритм обучения многослойной нейронной сети.

Задачи классификации, регрессионные модели и прогнозирование временных рядов на основе нейронных сетей.

## 5.3. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Всего часов
<b>1-й раздел. Информационные технологии анализа данных</b>			
1	1.1	Основные описательные статистики	1
2	1.1	Группировка данных Построение выборочной функции распределения.	2
3	1.2	Проверка статистических гипотез. Однофакторный	2

		дисперсионный анализ. Дисперсионный анализ с повторениями.	
4	1.2	Многофакторный дисперсионный анализ Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями	1
5	1.3	Парная линейная регрессия. Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия	4
6	1.4	Визуализация данных. Оперативный анализ данных	4
7	1.5	Анализ и прогнозирование временных рядов	4
<b>2-й раздел. Имитационное моделирование</b>			
8	2.1	Классификация имитационных моделей. Моделирование случайных процессов в среде Anylogic	8
<b>3-й раздел. Нейронные сети</b>			
9	3.1	Применение нейронных сетей для построения регрессионной модели	2
10	3.1	Применение нейронных сетей для задач прогнозирования	1
11	3.1	Построение нейронных сетей в задачах классификации	1

5.4. Лабораторный практикум  
Не предусмотрено

5.5. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы	Всего часов
<b>1-й раздел. Информационные технологии анализа данных</b>			
1	1.1	Основные описательные статистики. Построение выборочной функции распределения Изучение материала, подготовка к практическим занятиям и тестированию.	6
2	1.2	Проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ	6
3	1.3	Корреляционный и регрессионный анализ	6
4	1.4	Визуализация данных. Оперативный анализ данных	6
5	1.5	Анализ и прогнозирование временных рядов	6
<b>2-й раздел. Имитационное моделирование</b>			
6	2.1	Классификация имитационных моделей. Моделирование случайных процессов в среде Anylogic	6
<b>3-й раздел. Нейронные сети</b>			
7	3.1	Применение нейронных сетей для задач классификации, прогнозирования и регрессии	6

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Рабочая программа по дисциплине.
2. Конспекты практических занятий по дисциплине.
3. Презентации.
4. Методические указания по подготовке к практическим занятиям по дисциплине.

5. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

6. Методическое обеспечение дисциплины в среде дистанционного обучения LMS Moodle.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной/текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

ФОС обеспечивает объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

ФОС включает в себя:

- перечень контролируемых разделов дисциплины с указанием результатов обучения;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования результатов обучения и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

### 7.1. Перечень контролируемых разделов дисциплины с указанием результатов обучения

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Результаты обучения
<b>1-й раздел. Информационные технологии анализа данных</b>		
1.	1.1. Основные описательные статистики. Построение выборочной функции распределения	Знать: – основные методы анализа данных и моделирования для решения профессиональных задач.
		Уметь: – выделять характерные особенности, содержащиеся в данных; – применять основные алгоритмы статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов.
		Владеть: – компьютерными методами, в том числе методами программирования, для обработки данных в профессиональных задачах.
2.	1.2. Проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ	Знать: – алгоритмы анализа данных; – основы применения математических пакетов прикладных программ, инструментов бизнес-аналитики и языков программирования для статистической обработки данных и работы с графикой, основными алгоритмами обработки данных и способами их внешнего представления.
		Уметь: – интерпретировать результаты, полученные при анализе данных; – применять основные алгоритмы статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов.
		Владеть:

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыкам и инструментов бизнес-аналитики и использования математических пакетов прикладных программ для анализа данных.</li> </ul>
3.	1.3. Корреляционный и регрессионный анализ	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математические модели и методы, используемые для описания данных;</li> <li>– алгоритмы анализа данных;</li> <li>– основы применения математических пакетов прикладных программ, инструментов бизнес-аналитики и языков программирования для статистической обработки данных и работы с графикой, основными алгоритмами обработки данных и способами их внешнего представления;</li> <li>– основные методы анализа данных и моделирования для решения профессиональных задач.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выделять характерные особенности, содержащиеся в данных;</li> <li>– интерпретировать результаты, полученные при анализе данных;</li> <li>– применять основные алгоритмы статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования математических пакетов прикладных программ и инструментов бизнес-аналитики для анализа данных;</li> <li>– компьютерными методами, в том числе методами программирования, для обработки данных в профессиональных задачах.</li> </ul>
4.	1.4. Визуализация данных. Оперативный анализ данных	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы применения математических пакетов прикладных программ, инструментов бизнес-аналитики и языков программирования для статистической обработки данных и работы с графикой, основными алгоритмами обработки данных и способами их внешнего представления.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять основные алгоритмы статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования математических пакетов прикладных программ и инструментов бизнес-аналитики для анализа данных.</li> </ul>
5.	1.5. Анализ и прогнозирование временных рядов	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математические модели и методы, используемые для описания данных;</li> <li>– алгоритмы анализа данных;</li> <li>– основы применения математических пакетов прикладных программ, инструментов бизнес-аналитики и языков программирования для статистической</li> </ul>



		<p>обработки данных и работы с графикой, основными алгоритмами обработки данных и способами их внешнего представления;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы анализа данных и моделирования для решения профессиональных задач.</li> </ul>
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выделять характерные особенности, содержащиеся в данных;</li> <li>– интерпретировать результаты, полученные при анализе данных;</li> <li>– применять основные алгоритмы статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов.</li> </ul>
		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования математических пакетов прикладных программ для анализа данных;</li> <li>– компьютерными методами, в том числе методами программирования и инструментов бизнес-аналитики, для обработки данных в профессиональных задачах.</li> </ul>
<b>2-й раздел. Имитационное моделирование</b>		
6.	2.1. Классификация имитационных моделей. Моделирование случайных процессов в среде Anylogic	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математические модели и методы, используемые для описания систем;</li> <li>– основы математического моделирования с использованием имитационных моделей.</li> </ul>
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выявлять элемент(ы) и связь(и), создающие проблемную ситуацию с помощью имитационного моделирования;</li> <li>– осуществлять имитацию случайного процесса.</li> </ul>
		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы в программной среде имитационного моделирования.</li> </ul>
<b>3-й раздел. Нейронные сети</b>		
7.	3.1. Применение нейронных сетей для задач классификации, прогнозирования и регрессии	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математические модели и методы, используемые для описания данных;</li> <li>– основы применения математических пакетов прикладных программ, инструментов бизнес-аналитики и языков программирования для статистической обработки данных и работы с графикой, основными алгоритмами обработки данных и способами их внешнего представления.</li> </ul>
		<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математические модели и методы, используемые для описания данных;</li> <li>– основы применения математических пакетов прикладных программ, инструментов бизнес-аналитики и языков программирования для статистической обработки данных и работы с графикой, основными алгоритмами обработки данных и способами их внешнего представления.</li> </ul>

	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять основные алгоритмы статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования математических пакетов прикладных программ и инструментов бизнес-аналитики для анализа данных;</li> <li>– компьютерными методами, в том числе методами программирования, для обработки данных в профессиональных задачах.</li> </ul>

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 7.2.1.

#### Оценка «отлично» «зачтено»

- 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;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе результатов обучения.

#### Оценка «хорошо» «зачтено»

- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе результатов обучения.

#### Оценка «удовлетворительно» «зачтено»

- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;
- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий
- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе результатов обучения.

#### Оценка «неудовлетворительно» «не зачтено»

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе результатов обучения.

#### 7.2.2.

##### Шкала оценивания

Количество правильных ответов, %	Оценка
до 50	«неудовлетворительно», «не зачтено»
от 51 до 65	«удовлетворительно», «зачтено»
от 66 до 85	«хорошо», «зачтено»
от 86	«отлично», «зачтено»

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущей аттестации, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования результатов обучения и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

#### **Задание** к теме «Основные описательные статистики»

Вычислить по исходным данным  $x_i$  для некоторой величины  $X$  основные описательные статистики:

- а) среднее значение;
- б) дисперсию, среднее квадратичное отклонение, размах выборки, среднее отклонение, модуль, меру точности, вероятное отклонение, меру изменчивости (коэффициент вариации), стандартную ошибку среднего;
- г) коэффициенты асимметрии и эксцесса;
- д) медиану и моду.

Исходные данные представлены по вариантам в файле \*.csv.

#### **Задание** к теме «Корреляционный и регрессионный анализ»

По известным значениям двух случайных величин  $X$  и  $Y$  вычислить коэффициент корреляции, оценить значимость коэффициента корреляции, построить уравнение регрессии  $y = a_0 + a_1x$ , оценить уровень значимости уравнения регрессии и значимость коэффициентов уравнения регрессии.

Исходные данные представлены по вариантам в файле \*.csv.

**Задание** к теме «Моделирование случайных процессов в среде Anylogic»

Моделирование транспортной развязки.

В направлениях А и С организовано двухрядное движение транспортных средств, а в направлениях В и D – одnorядное. В направлениях А и С из первого ряда возможно движение прямо и направо, а из левого ряда – прямо и налево. Транспортные средства, делающие левый поворот, должны пропустить весь транспорт, движущийся во встречном направлении. Светофор меняет красный цвет на зеленый через 1 мин. Построить модель регулируемого перекрестка и определить распределение времени задержки транспортных средств, следующих в каждом направлении. Выполнить моделирование движения транспортных средств при разной интенсивности движения. Сравнить полученные результаты.

### Тестовые задания

1. Дайте определения терминов, используемых при работе с нейронными сетями (установите соответствие)

- Весь датасет прошел через нейронную сеть в прямом и обратном направлении один раз;

- Разбиение датасета на пакеты;

- Число батчей, необходимых для завершения одной эпохи.

Варианты ответов:

- батч;

- итерация;

- эпоха.

2. Для проверки выполнения условия сферичности используется:

- тест Моучли;

- тест Д'Агостино;

- тест Харке-Бера;

- тест Лиллиефорса;

- тест Андерсона-Дарлинга;

- тест Шапиро-Уилка;

- тест Колмогорова-Смирнова;

- любой из перечисленных.

3. Какие методы в *pandas* позволяют вычислить:

стандартное отклонение;

коэффициент асимметрии;

дисперсию;

коэффициент эксцесса;

итоговую описательную статистику;

среднее значение;

медиану?

Варианты ответов:

- skew();

-var();

- describe();
- kurt();
- std();
- mean();
- median().

4. Какие условия должны выполняться при проведении дисперсионного анализа?

- независимость;
- нормальное распределение остатков;
- однородность дисперсии.

5. Дисперсионный анализ с повторениями используется, когда:

- генеральная совокупность тестируется в разные моменты времени;
- генеральная совокупность тестируется при разных условиях;
- в обоих перечисленных случаях.

6. Если проводить аналогию с известными структурами данных, то структуры *Series* и *DataFrame* в *Pandas* можно сравнить с

- таблицей реляционных баз данных;
- двумерным массивом, включающим момент времени  $t$  и значение некоторого показателя;
- трехмерным массивом;
- одномерным массивом.

7. Для проверки нормальности распределения используется:

- тест Моучли;
- тест Д'Агостино;
- тест Харке-Бера;
- тест Лиллиефорса;
- тест Андерсона-Дарлинга;
- тест Шапиро-Уилка;
- тест Колмогорова-Смирнова;
- любой из перечисленных.

8. Назовите модели временных рядов

- Авторегрессионная модель;
- Модель скользящего среднего;
- Модель авторегрессии – скользящего среднего;
- Интегрированная модель авторегрессии – скользящего среднего;
- Сезонное авторегрессионное интегрированное скользящее среднее;
- Модель, включающая внешние или экзогенные факторы.

Варианты ответов:

- AR-модель;
- ARIMA;
- MA-модель;
- SARIMA;
- ARMA;
- SARIMAX.

9. Назовите оптимизаторы, применяющиеся в нейронных сетях

- Стохастический градиентный спуск;

- Оптимизатор импульса;
- Среднеквадратичное распространение;
- Адаптивная оценка момента.

Варианты ответов:

- Adam;
- Momentum;
- SGD;
- RMSProp.

10. Назовите функции активации, применяющиеся в нейронных сетях

- Функция, которая обеспечивает значения всех выходных узлов от 0 до 1, а сумма всех значений выходных узлов всегда равна 1;
- Функция, которая приводит любое реальное значение к диапазону значений от 0 до 1

Варианты ответов:

- Momentum;
- Softmax;
- Sigmoid;
- Adam.

**7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования результатов обучения и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы**

#### **7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

1. Понятие дискретной и непрерывной случайной величины, законы распределения, их графическое изображение. Числовые характеристики дискретных и непрерывных случайных величин, математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение. Нормальный закон распределения, его параметры и графическое изображение.

2. Выборочная функция распределения. Выборочные характеристики. Определение основных статистических характеристик. Вычисление основных описательных статистик с помощью электронных таблиц, инструментов бизнес-аналитики и языков программирования.

3. Проверка статистических гипотез. Анализ одной выборки. Анализ однородности выборки. Построение доверительных интервалов для среднего.

4. Построение выборочной функции распределения. Проверка соответствия теоретическому распределению. Распределение Хи-квадрат. Распределение Стьюдента. Использование критерия согласия Хи-квадрат.

5. Анализ двух выборок. Выявление достоверности различий. Параметрические критерии ( $t$ -критерий Стьюдента). Критерий Фишера. Непараметрические критерии Хи-квадрат.

6. Понятие зависимых и независимых случайных величин. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции. Корреляционная матрица.

7. Регрессионный анализ. Линейная регрессия. Множественная регрессия.

8. Задачи исследования временных рядов. Декомпозиция одномерного временного ряда на аддитивные составляющие.

9. Стационарность случайного процесса и порождённого им временного ряда.

10. Статистические модели одномерных временных рядов.

11. Теоретические основы имитационного моделирования. Понятие модели и моделирования. Задачи имитационного моделирования: Этапы имитационного моделирования. Планирование компьютерного эксперимента.

12. Возможности системы имитационного моделирования Anylogic. Модель обработки запросов сервером. Постановка задачи. Создание диаграммы процесса. Изменение свойств блоков модели, её настройка и запуск. Изменение свойств блоков диаграммы процесса. Настройка запуска модели. Запуск модели. Создание анимации модели. Сбор статистики использования ресурсов. Сбор статистики по показателям обработки запросов. Создание нестандартного Java- класса. Добавление элементов статистики. Удаление и добавление новых полей типа заявок. Интерпретация результатов моделирования.

13. Нейроны и искусственные нейронные сети. Комбинирование входных сигналов. Функция активации элемента.

14. Классификация нейронных сетей.

15. Архитектуры нейронных сетей. Типы многослойных нейронных сетей. Сети с обратными связями.

14. Однослойная нейронная сеть. Обучение нейронной сети. Метод градиентного спуска в пространстве весовых коэффициентов. Алгоритм обучения однослойной нейронной сети.

15. Многослойная нейронная сеть. Алгоритм обратного распространения ошибки. Алгоритм обучения многослойной нейронной сети.

16. Задачи классификации, регрессионные модели и прогнозирование временных рядов на основе нейронных сетей.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Исходные данные представляют значения некоторого показателя в моменты времени  $t_1, t_2, t_3$

для объектов с номерами, указанными в столбце "No".

Выполнить дисперсионный анализ с повторными измерениями, используя функцию `AnovaRM` (`from statsmodels.stats.anova import AnovaRM`). Для преобразования данных использовать метод `melt()`. В качестве ответа ввести полученное значение F-статистики.

Исходные данные представлены по вариантам в файле \*.csv.

2. По исходным данным для временного ряда определите значения параметров процесса  $ARMA(1,1)$

$$X_t = \alpha * X_{t-1} + \varepsilon_t + \beta * \varepsilon_{t-1}$$

Исходные данные представлены по вариантам в файле \*.csv.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования результатов обучения и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Наименование оценочного средства
<b>1-й раздел. Информационные технологии анализа данных</b>		
1	1.1. Основные описательные статистики. Построение выборочной функции распределения	Практические задания
2	1.2. Проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ	Практические задания; тесты
3	1.3. Корреляционный и регрессионный анализ	Практические задания
4	1.4. Визуализация данных. Оперативный анализ данных	Практические задания

5	1.5. Анализ и прогнозирование временных рядов	Практические задания; тесты
<b>2-й раздел. Имитационное моделирование</b>		
6	2.1. Классификация имитационных моделей. Моделирование случайных процессов в среде Anylogic	Практические задания
<b>3-й раздел. Нейронные сети</b>		
7	3.1. Применение нейронных сетей для задач классификации, прогнозирования и регрессии	Практические задания

## 8. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Ссылка на экземпляр в ЭБС / количество экземпляров в НТБ
<b>Основная литература</b>		
1	Мхитарян В. С., Архипова М. Ю., Дуброва Т. А., Миронкина Ю. Н., Сиротин В. П., Анализ данных, Москва: Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/450166">https://urait.ru/bcode/450166</a>
2	Волкова В. М., Семёнова М. А., Четвертакова Е. С., Вожов С. С., Программные системы статистического анализа. Обнаружение закономерностей в данных с использованием системы R и языка Python, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/91682.html">http://www.iprbookshop.ru/91682.html</a>
3	Малугин В. А., Математическая статистика, Москва: Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/book/matematicheskaya-statistika-454600">https://urait.ru/book/matematicheskaya-statistika-454600</a>
4	Валеев Н. Н., Аксянова А. В., Гадельшина Г. А., Анализ временных рядов и прогнозирование, Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010	<a href="http://www.iprbookshop.ru/61814.html">http://www.iprbookshop.ru/61814.html</a>
5	Палей А. Г., Поллак Г.А. Имитационное моделирование. Разработка имитационных моделей средствами iWebsim и AnyLogic: учебное пособие, СПб: Лань, 2019.	<a href="https://e.lanbook.com/book/122179">https://e.lanbook.com/book/122179</a>
6	Барский А. Б., Введение в нейронные сети, Москва, Саратов: Интернет- Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020	<a href="https://www.iprbooks hop.ru/89426.html">https://www.iprbooks hop.ru/89426.html</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1	Подкорытова О. А., Соколов М. В., Анализ временных рядов, Москва: Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/450587">https://urait.ru/bcode/450587</a>
2	Горожанина Е. И., Нейронные сети, Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/75391.html">http://www.iprbookshop.ru/75391.html</a>



## 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
ЭБС издательства «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
ЭБС издательства «IPRsmart»	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>
Образовательная платформа «Юрайт»	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://www.elibrary.ru/defaultx.asp">https://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Сайт справочной правовой системы «Консультант Плюс»	<a href="https://www.consultant.ru">https://www.consultant.ru</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
<b>Перечень профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины</b>	
Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	<a href="https://zbmath.org/">https://zbmath.org/</a>
Онлайн-сообщество по Data Science и машинному обучению Kaggle	<a href="https://www.kaggle.com/">https://www.kaggle.com/</a>

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Программой дисциплины предусмотрено 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:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету.

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 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:

- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

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

## 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Проведение практических занятий с использованием презентационного материала (применение мультимедийных технологий);
2. Изучение отдельных тем с использованием системы дистанционного обучения Moodle;
3. Работа с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости):
  - электронными библиотечными системами;
  - современными профессиональными базами данных (в том числе международными реферативными базами данных научных изданий);
  - информационно-правовыми системами;
  - иными информационно-справочными системами и ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;
4. Работа с ресурсами локальной сети организации (при необходимости):
  - информационно-правовыми системами Консультант и Гарант;
  - информационно-правовой базой данных «Кодекс»;
5. Стандартное программное обеспечение персонального компьютера.

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер с доступом к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде организации, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема); доска маркерная белая эмалевая. Комплект учебной мебели.
Учебная аудитория (компьютерный класс) для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с доступом к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде организации и электронным библиотечным системам.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с доступом к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде организации и электронным библиотечным системам.

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

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Для формирования четкого представления об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине в самом начале учебного курса обучающийся должен ознакомиться с учебно-методической документацией:

- рабочей программой дисциплины: с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, перечнем знаний и умений, которыми в процессе освоения дисциплины должен владеть обучающийся,
- порядком проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации;
- графиком консультаций преподавателей кафедры.

Систематическое выполнение учебной работы на практических занятиях, а также выполнение самостоятельной работы позволит успешно освоить дисциплину.

Кроме того, для успешного овладения дисциплиной необходимо выполнять следующие требования:

- посещать практические занятия;
  - все рассматриваемые на практических занятиях темы и вопросы обязательно фиксировать (либо на бумажных, либо на машинных носителях информации);
  - обязательно выполнять все домашние задания, получаемые на лекциях или практических занятиях;
  - проявлять активность на практических занятиях, а также при подготовке к ним.
- Необходимо помнить, что конечный результат овладения содержанием дисциплины необходим, в первую очередь, самому обучающемуся;
- в случаях пропуска занятий по каким-либо причинам, необходимо обязательно самостоятельно изучать соответствующий материал.

*Существенным моментом для студента является возможность обсуждения и внесения предложений в тематический материал дисциплины. При этом необходим серьезный и глубокий критический анализ прочитанной научной литературы и содержания практической работы по теме.*

#### 1.1. В процессе занятий лекционного типа обучающимся следует:

- слушать, конспектировать излагаемый преподавателем материал;
- ставить, обсуждать актуальные вопросы курса, быть активным на занятиях;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений;

*При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, то обратиться к преподавателю на практических занятиях или по графику его консультаций.*

#### 1.2. В процессе занятий семинарского типа:

Цель выполнения практических заданий по дисциплине «Интеллектуальные организационно-технические системы и цифровые технологии» – приобретение практических навыков работы с основными инструментальными средствами анализа данных.

Выполнение практических заданий требует от обучающегося предварительного изучения учебной и научной литературы и прочих информационных источников, в том числе периодических изданий и Интернет-ресурсов.

Перечень тем практических занятий представлен в нижеприведенной таблице.

**Таблица 1 – Содержание практических занятий по темам дисциплины и самостоятельная работа обучающегося по дисциплине «Интеллектуальные организационно-технические системы и цифровые технологии»**

<b>Название темы учебной дисциплины</b>	<b>Содержание практического занятия</b>	<b>Самостоятельная работа обучающегося (формы контроля)</b>
Основные описательные статистики	Выполнение практического задания с использованием электронных таблиц, инструментов бизнес-аналитики и специализированных языков программирования	Выполнение практического задания на основе данных из работ своей исследовательской области
Группировка данных. Построение выборочной функции распределения.	Выполнение практического задания с использованием электронных таблиц, инструментов бизнес-аналитики и специализированных языков программирования	Выполнение практического задания на основе данных из работ своей исследовательской области
Проверка статистических гипотез. Однофакторный дисперсионный анализ. Дисперсионный анализ с повторениями.	Выполнение практического задания с использованием электронных таблиц, инструментов бизнес-аналитики и специализированных языков программирования	Выполнение практического задания на основе данных из работ своей исследовательской области
Многофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями	Выполнение практического задания с использованием электронных таблиц, инструментов бизнес-аналитики и специализированных языков программирования	Выполнение практического задания на основе данных из работ своей исследовательской области
Парная линейная регрессия. Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия	Выполнение практического задания с использованием электронных таблиц, инструментов бизнес-аналитики и специализированных языков программирования	Выполнение практического задания на основе данных из работ своей исследовательской области. Подготовка к тестированию по предыдущей теме
Визуализация данных. Оперативный анализ данных	Выполнение практического задания с использованием инструментов бизнес-аналитики и специализированных языков программирования	Выполнение практического задания на основе данных из работ своей исследовательской области.
Анализ и прогнозирование временных рядов	Выполнение практического задания с использованием инструментов бизнес-аналитики и специализированных языков программирования	Выполнение практического задания на основе данных из работ своей исследовательской области.
Классификация имитационных	Выполнение практического задания с использованием среды	Выполнение практического задания на основе данных из работ своей

моделей. Моделирование случайных процессов в среде Anylogic	имитационного моделирование	исследовательской области.
Применение нейронных сетей для построения регрессионной модели	Выполнение практического задания с использованием инструментов бизнес-аналитики и специализированных языков программирования	Выполнение практического задания на основе данных из работ своей исследовательской области. Подготовка к тестированию по предыдущей теме
Применение нейронных сетей для задач прогнозирования	Выполнение практического задания с использованием инструментов бизнес-аналитики и специализированных языков программирования	Выполнение практического задания на основе данных из работ своей исследовательской области.
Построение нейронных сетей в задачах классификации	Выполнение практического задания с использованием инструментов бизнес-аналитики и специализированных языков программирования	Выполнение практического задания на основе данных из работ своей исследовательской области. Подготовка к итоговому тестированию

Приведенная таблица является указателем для обучающегося: для получения зачета/допуска к экзамену необходимо выполнение указанных заданий в соответствующем виде.

*Обучающимся, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к данному занятию, рекомендуется не позже чем в 2-ух недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме.*

### **1.3.В процессе выполнения самостоятельной работы:**

Под самостоятельной работой обучающихся понимается планируемая работа обучающихся, направленная на формирование указанных компетенций, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия.

**Цель самостоятельной работы** по дисциплине «Интеллектуальные организационно-технические системы и цифровые технологии» – закрепить теоретические знания и практические навыки в области изучения методов построения математических моделей рассматриваемых процессов, на основе имеющихся данных.

Самостоятельная работа является неотъемлемой и важнейшей частью работы обучающихся, которая основана на более подробной проработке и анализе информации в изучаемой области. Поиск ответов на вопросы для самостоятельной работы в некоторых случаях предполагает не только изучение основной учебной литературы по дисциплине, но и привлечение дополнительной литературы по смежным дисциплинам, а также использование ресурсов сети Интернет. Ответы на вопросы для самостоятельной работы готовятся обучающимися самостоятельно и проверяются преподавателем на практических занятиях в ходе устного опроса, а также при проведении контрольных работ, текущего тестирования.

Самостоятельная работа предполагает написание эссе или реферата; разработку и решение задачи; поиск информации по теме; творческое задание; подготовку к тестированию.

Формы самостоятельной работы обучающегося по темам дисциплины представлен в *Таблице 1 (п 1.2.)* данных методических указаний.

Самостоятельная работа требует от обучающегося предварительного изучения литературы и прочих информационных источников, в том числе периодических изданий и Интернет-ресурсов.

**Таблица 2 - Перечень литературы и прочих информационных источников для самостоятельного изучения**

Название темы учебной дисциплины	Перечень литературы и прочих информационных источников для самостоятельного изучения
1. Основные описательные статистики	Мхитарян В. С., Архипова М. Ю., Дуброва Т. А.,
2. Группировка данных. Построение выборочной функции распределения.	Миронкина Ю. Н., Сиротин В. П., Анализ данных, Москва: Юрайт, 2020.
3. Проверка статистических гипотез. Однофакторный дисперсионный анализ. Дисперсионный анализ с повторениями.	Волкова В. М., Семёнова М. А., Четвертакова Е. С., Вожов С. С., Программные системы статистического анализа. Обнаружение закономерностей в данных с использованием системы R и языка Python, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017.
4. Многофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями	Малугин В. А., Математическая статистика, Москва: Юрайт, 2020.
5. Парная линейная регрессия. Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия	Валеев Н. Н., Аксянова А. В., Гадельшина Г. А., Анализ временных рядов и прогнозирование, Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010.
6. Визуализация данных. Оперативный анализ данных	Подкорытова О. А., Соколов М. В., Анализ временных рядов, Москва: Юрайт, 2020.
7. Анализ и прогнозирование временных рядов	Садовникова Н. А., Шмойлова Р. А., Анализ временных рядов и прогнозирование, Москва: Евразийский открытый институт, 2011.
8. Классификация имитационных моделей. Моделирование случайных процессов в среде Anylogic	Палей А. Г., Поллак Г. А., Имитационное моделирование. Разработка имитационных моделей средствами iWebsim и AnyLogic: учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2019.
9. Применение нейронных сетей для построения регрессионной модели	Барский А. Б., Введение в нейронные сети, Москва, Саратов: Интернет- Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020.
10. Применение нейронных сетей для задач прогнозирования	Горожанина Е. И., Нейронные сети, Самара: Поволжский государственный университет
11. Построение нейронных сетей в задачах классификации	телекоммуникаций и информатики, 2017.