

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

д.ф.-м.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«15» декабря 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Статистическое моделирование»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	01.04.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная математика и информатика
Наименование направленности/ специализации	Математическое и компьютерное моделирование
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

д-р физ.-мат. наук

(должность, уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)



Ю.А Пичугин

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«08» декабря 2025 г, протокол № 05

Заведующий кафедрой № 1

д.ф.-м.н.,доц.

(уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)



А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц.,к.т.н.,доц.

(должность, уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)



Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Статистическое моделирование» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/специальности 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» направленности/специализации «Математическое и компьютерное моделирование». Дисциплина реализуется кафедрой «№1».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики»

ОПК-2 «Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач»

ОПК-3 «Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами логико-математических построений, приемами формализации прикладных задач, выбору адекватных существующим задач методам решения, приобретению навыков, необходимых для сознательного использования математического аппарата.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (1 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Преподавание дисциплины имеет целью обучение студентов методам решения задач, использующих аппарат теории вероятностей, математической статистики, линейной алгебры и дифференциальных уравнений.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.3.1 знать методы фундаментальной и прикладной математики ОПК-1.У.1 уметь применять математические методы для решения актуальных задач теоретического и прикладного характера ОПК-1.В.1 владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.3.1 знать математические методы решения прикладных задач ОПК-2.У.1 уметь адаптировать математические методы для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач; реализовывать новые математические методы решения прикладных задач в профессиональной деятельности ОПК-2.В.1 владеть навыками выбора математического метода для решения задачи и оценки границ применимости метода
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.3.1 знать методы разработки математических моделей ОПК-3.У.1 уметь выбирать математический аппарат для разработки модели процесса, объекта, явления; проводить анализ моделей при решении задач в области профессиональной деятельности

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Теория вероятностей и математическая статистика»,
- «Аналитическая геометрия и линейная алгебра»,
- «Вычислительная математика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Математические методы оптимизации в научных исследованиях».

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№1
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	74	74
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.,	Экз.,

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 1					
Раздел 1. Распределения Тема 1.1. Нормальное распределение и распределения, связанные с нормальным распределением. Тема 1.2. Многомерное нормальное распределение и главные компоненты. Тема 1.3. Моделирование нормального и многомерного нормального распределения. Тема 1.4. Вычислительные аспекты моделей главных компонент и факторного анализа.	4	3			15

Раздел 2. Модели линейные по параметрам. Тема 2.1. Идентификация модели. Метод наименьших квадратов. Теорема Гаусса-Маркова. Тема 2.2. Тестирование модели. Проверка гипотез относительно параметров. Оценки минимального риска для параметров модели. Тема 2.3. Прогноз как условное распределение. Доверительный интервал для прогнозируемой величины. Тема 2.4. Динамико-стохастическое моделирование.	6	6			30
Раздел 3. Различные модели математической статистики Тема 3.1. Однофакторный дисперсионный анализ. Тема 3.2. Канонические корреляции. Тема 3.3. Оценка структурного подобия. Тема 3.4. Дискриминация.	4	4			15
Раздел 4. Временные ряды Тема 4.1. Линейные и циклические тренды. Тема 4.2. Задача оптимального сглаживания. Тема 4.3. Анализ сингулярного спектра: VG-SSA, P-SSA, SSA-НС. Тема 4.4. Прогноз временных рядов.	3	4			14
Итого в семестре:	17	17			74
Итого	17	17	0	0	74

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Нормальное распределение и распределения, связанные с нормальным распределением. Статистический пакет Excel. Многомерное нормальное распределение и главные компоненты. Параметры многомерного нормального распределения и их преобразования. Моделирование нормального и многомерного нормального распределения. Проблема моделирования многомерного нормального стандартного распределения. Вычислительные аспекты моделей главных компонент и факторного анализа. Методы вращений и итераций фон Мизеса.
2	Идентификация модели линейной по параметрам. Метод наименьших квадратов. Теорема Гаусса-Маркова. Тестирование модели. Проверка гипотез относительно параметров. Коэффициент детерминации и оптимальный выбор регрессоров. Оценки минимального риска для параметров модели. Прогноз как условное распределение. Доверительный интервал для прогнозируемой величины. Динамико-стохастическое моделирование. Динамика параметров

	прогнозируемого распределения.
3	Однофакторный дисперсионный анализ. Проверка гипотезы относительно средних значений выборок. Канонические корреляции и снижение размерности. Оценка структурного подобия: вычислительные аспекты. Задача статистической дискриминации.
4	Линейные и циклические тренды: оценка и извлечение. Задача оптимального сглаживания. Анализ сингулярного спектра - метод гусеницы. Главные компоненты стационарного временного ряда. Анализ сингулярного спектра: VG-SSA, P-SSA, SSA-НС. Прогноз временных рядов. Авторегрессия и прогностическая гусеница.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 2					
1	Моделирование многомерного нормального распределения с заданными параметрами	Практическое занятие	2		1
2	Построение оптимальной регрессии	Практическое занятие	3		2
3	Оценка доверительного интервала для прогнозируемой величины.	Практическое занятие	2		2
4	Построение и интегрирование динамико-стохастической модели	Практическое занятие	4		2
5	Модель главных компонент	Практическое занятие	2		3
6	Дискриминация	Практическое занятие	2		2
7	Оценка линейного и циклического тренда	Практическое занятие	2		2
Всего			17		

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 1				
1	Моделирование многомерного нормального распределения с заданными параметрами	2		1
2	Построение оптимальной регрессии	3		2
3	Оценка доверительного интервала для прогнозируемой величины	2		2
4	Построение и интегрирование динамико-стохастической модели	4		2
5	Модель главных компонент	2		3
6	Дискриминация	2		3
7	Оценка линейного и циклического тренда	2		4
Всего		17		

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

#### 4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 1, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	60	60
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		



Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	14	14
Всего:	74	74

5. Перечень учебно-методического обеспечения  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

<i>Шифр/ URL адрес</i>	<i>Библиографическая ссылка</i>	<i>Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)</i>
<i>Шифр в библиотеке ГУАП</i>	<i>Наименование печатного учебного издания</i>	<i>Количество экземпляров</i>
519.1/2 Е72	Ермаков, С. М. Статистическое моделирование: учебное пособие / С. М. Ермаков, Г. А. Михайлов . - 2-е изд., доп. - М.: Наука, 1982. - 319 с.	1
519.1/2 Ч49	Чернецкий, В. И. Математическое моделирование стохастических систем : монография / В. И. Чернецкий ; Петрозавод. гос. ун-т. - Петрозаводск : [б. и.], 1994. - 286 с.	2
С К93	Курс социально-экономической статистики: учебное пособие / Ред. кол. М. Г. Назарова (Гл. ред.) и др. - , Учеб. изд. - М. : ЮНИТИ-ДАНА : Финстатинформ, 2000. - 772 с.	12
519.6/.8 С 78	Статистическое моделирование информационных систем : учебное пособие. Ч. 1 / С. Н. Воробьев [и др.] ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2010. - 151 с.	6
<i>URL адрес</i>	<i>Наименование электронного учебного издания</i>	
<a href="https://e.lanbook.com/book/493079">https://e.lanbook.com/book/493079</a>	Емельянов В. Ю., Докучаева А. Н., Попов А. М., Шевчик А. А. Ускоренное статистическое моделирование: учебное пособие [для вузов]. – СПб.: Изд-во БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, 2021. – 208 с.	ЭБС «Лань»
<a href="https://e.lanbook.com/book/14">https://e.lanbook.com/book/14</a>	Петров А. А., Куркина М. В. Вероятностное и	ЭБС «Лань»

9000	статистическое моделирование: Учебно-методическое пособие (лекционные материалы и материалы к лабораторным работам) для студентов, магистрантов и аспирантов всех форм обучения. – Ханты-Манчйск: Ред.-изд. отд. ЮГУ, 2017. – 86.	
<a href="https://e.lanbook.com/book/320033">https://e.lanbook.com/book/320033</a>	Мартемьянов Ю. Ф., Муромцев Д. Ю., Щербинин П. А. Статистическое моделирование систем. Лабораторный практикум. – Тамбов: Изд. центр ТГТУ, 2019. - CD-ROM.	ЭБС «Лань»

Перечень электронных образовательных ресурсов  
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	ЭБС Издательство «Лань»
<a href="http://www.exponenta.ru/">http://www.exponenta.ru/</a>	Образовательный математический сайт

7. Перечень информационных технологий

7.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

7.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
-------	---	-------------------------------------

1	Лекционная аудитория	24-12
	(убрать ненужные строки или добавить свои)	

## 9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты*; Задачи; Тесты.

Примечание: \*экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

9.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> <li>– правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.</li> </ul>

Примечание: \*\* по решению кафедры процент правильно выполненных тестовых заданий может быть изменен.

9.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Операции центрирования и нормирования приводят нормальное распределение... (закончите фразу).	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1
2	Как вы считаете, можно ли функцию плотности многомерного нормального распределения представить произведением плотностей?	
3	Объясните своими словами суть метода Монте-Карло.	
4	К каким типам алгебраических объектов относятся параметры многомерного нормального распределения? Назовите все элементы, из которых эти объекты строятся.	
5	Назовите свойство главных компонент, которое можно считать определяющим.	
6	В двух словах объясните, чем факторы отличаются от главных компонент.	
7	Как получается распределение хи-квадрат? Перечислите все необходимые условия, при которых получается распределение хи-квадрат.	
8	Дайте определение F-распределению. Если k и n числа степеней свободы, то какую они играют роль в определении?	
9	Приведите пример линейной по параметрам модели.	
10	Объясните своими словами чем отличается скорректированный коэффициент детерминации от нескорректированного.	ОПК-2.3.1 ОПК-2.У.1
11	Какой критерий вы бы использовали для построения оптимальной линейной регрессии?	
12	Какой критерий вы бы использовали для построения оптимальной линейной регрессии?	
13	Несмещенной статистической оценкой параметра называется оценка, математическое ожидание которой... (закончите фразу).	
14	Перечислите все свойства МНК-оценок параметров регрессии.	

15	Чего, как вы думаете, много в множественной корреляции?	ОПК-2.В.1
16	К методам каких математических дисциплин на приходится прибегать в динамико-стохастическом моделировании?	
17	В линейной алгебре есть хорошо известное неравенство Коши-Шварца. Назовите его аналог в математической статистике.	
18	Сформулируйте статистический аналог теоремы Пифагора.	
19	В чем вероятностный смысл прогнозирования с использованием статистической модели?	ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1
20	Для чего применяются оценки минимального риска, и что вы понимаете в данном случае под словом «риск»?	
21	Объясните суть метода наименьших квадратов, используя статистический аналог теоремы Пифагора.	
22	Решение какой задачи ставит перед собой метод канонических корреляций?	
23	На каком методе основывается оценка структурного подобия векторных величин?	
24	Назовите модель на которой основан однофакторный регрессионный анализ.	
25	Какой метод оценки параметров тренда вы бы применили?	
26	Объясните своими словами суть статистической дискриминации.	
27	Объясните своими словами, что такое тренд.	
28	Какую разновидность метода главных компонент можно применить в задаче оптимального сглаживания нестационарного ряда?	
29	Перечислите разновидности методов главных компонент стационарных временных рядов.	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Моделируя многомерное нормальное распределение, мы используем метод А) Наименьших квадратов; Б) Монте-Карло; В) Минимального риска; Г) Максимально правдоподобия. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): Б.</i>	ОПК-1.3.1
2	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. К параметрам многомерного нормального относится А) Среднее значение; Б) Размах значений; В) Вектор средних значений; Г) Ковариационная матрица. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): В; Г.</i>	ОПК-1.У.1
3	Каждой позиции, данной в левом столбце, где перечислены решаемые вопросы, подберите соответствующую позицию в правом столбце, где даны способы решения, и дайте объяснение своему выбору. А) Оценка параметров. А) Идентификация. Б) Выбор регрессоров. Б) Верификация. В) Тестирование на независимых данных. В) Проверка гипотез относительно параметров. Г) Проверка Статистической надёжности. Г) Спецификация. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ) (пр./л.): А/А; Б/Г; В/Б; Г/В.</i>	ОПК-1.В.1
4	Установите правильный порядок этапов построения множественной регрессии перечисленных в пункте 3: А) Идентификация; Б) Верификация; В) Проверка гипотез относительно параметров; Г) Спецификация. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): Г; А; В; Б.</i>	
5	Объясните, что такое детерминация и её связь с корреляцией. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): Квадрат коэффициента корреляции между откликом и моделью.</i>	
6	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. При тестировании модели множественной регрессии мы используем критерий А) хи-квадрат; Б) Стьюдента; В) F-критерий; Г) Дарбина-Уотсона. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): В.</i>	ОПК-2.3.1
7	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. В динамико-стохастическом моделировании мы используем методы А) математического анализа; Б) Вычислительной математики; В) Математической статистики; Г) Дифференциальных уравнений. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): Б, В.</i>	ОПК-2.У.1
8	Каждой позиции, данной в левом столбце, где перечислены решаемые вопросы, подберите соответствующую позицию в правом столбце, где даны способы решения, и дайте объяснение своему выбору. А) Оценка параметров А) Метод Рунге-Кутты. Б) Вычисление производных Б) Метод наименьших квадратов. В) Численное интегрирование В) Аппроксимация. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ) (пр./л.): А/Б; Б/В; В/А.</i>	ОПК-2.В.1

9	<p>По данным некоторой таблицы, содержащей значения переменных <math>y, x_1, x_2, \dots, x_{k-1}</math>, построено уравнение регрессии</p> $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_{k-1} x_{k-1} + \varepsilon.$ <p>Гипотеза <math>H: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{k-1} = 0</math> была отвергнута на уровне значимости <math>\alpha = 0,05</math>.</p> <p>1) Какой критерий был использован? 2) Расставьте буквы слева на право так, чтобы между соответствующими величинами (см. ниже) выполнялось отношение <math>&lt;</math>.</p> <p>А) дисперсия оклика; В) дисперсия аппроксимирующей функции; С) дисперсия остатков регрессии.</p> <p><i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ):</i> 1) F-критерий; 2) С; В; А.</p>									
10	<p>Объясните, в чем смысл статистической дискриминации? <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): В обоснованном разделении выборки.</i></p>	ОПК-3.3.1								
11	<p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ. Линейная или периодическая функция времени, содержащаяся в значениях временного ряда, в статистическом моделировании называется А) тенденция; Б) тренд; В) аналитическая добавка. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): А; Б.</i></p>									
12	<p>Какие методы главных компонент временных рядов (SSA) используют смещенные оценки? А) P-SSA; Б) Метод гусеницы; В) <b>SSA-НС</b>; Г) VG-SSA. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): А.</i></p>									
13	<p>В правом столбце указаны методы решения задач, которые перечислены в левом столбце. Каждой статистической задаче из левого столбца подберите соответствующую позицию (соответствующий метод решения) из правого столбца.</p> <table><tr><td>А) исследование связи между двумя наборами переменных;</td><td>А) дисперсионный анализ</td></tr><tr><td>В) оценка различия между наборами переменных;</td><td>В) главные компоненты;</td></tr><tr><td>С) оценка влияния одной или нескольких независимых переменных;</td><td>С) канонические корреляции;</td></tr><tr><td>Д) снижение размерности векторной случайной величины.</td><td>Д) регрессионный анализ.</td></tr></table> <p><i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ) (пр./л.): А/С; В/А; С/Д; Д/В.</i></p>	А) исследование связи между двумя наборами переменных;	А) дисперсионный анализ	В) оценка различия между наборами переменных;	В) главные компоненты;	С) оценка влияния одной или нескольких независимых переменных;	С) канонические корреляции;	Д) снижение размерности векторной случайной величины.	Д) регрессионный анализ.	ОПК-3.У.1
А) исследование связи между двумя наборами переменных;	А) дисперсионный анализ									
В) оценка различия между наборами переменных;	В) главные компоненты;									
С) оценка влияния одной или нескольких независимых переменных;	С) канонические корреляции;									
Д) снижение размерности векторной случайной величины.	Д) регрессионный анализ.									
14	<p>Установите правильный порядок шагов метода SSA-НС: А) Вычисление первого собственного вектора (т.е. отвечающего максимальному собственному значению) матрицы автоковариаций; Б) извлечение оцененной периодичности из исходного центрированного ряда; В) оценивание ковариаций; Г) Оценивание периода. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): В; А; Г; Б.</i></p>									
15	<p>Что такое дисперсионный анализ, в чём его смысл? <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): Метод, позволяющий установить принципиальное различие выборок.</i></p>									

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

9.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

10.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

##### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

##### Структура предоставления лекционного материала:

- \_\_\_\_\_;
- Определения математических терминов.
- Формулировка теоремы.
- Доказательство теоремы.
- Иллюстрирующие примеры.

Если методические указания по освоению лекционного материала имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

10.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)



Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по участию в семинарах имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

10.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по прохождению практических занятий имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

10.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

*Обязательно для заполнения преподавателем*

Структура и форма отчета о лабораторной работе

*Обязательно для заполнения преподавателем*

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по прохождению лабораторных работ имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

10.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

*Обязательно для заполнения преподавателем*

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по курсовому проектированию/ выполнению курсовой работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

10.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения выполнение контрольных работ является элементом текущего контроля успеваемости и самостоятельной работы (в случае реализации обучения в очной и очно-заочной формах данный пункт следует убрать)

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий

уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

*Если методические указания по прохождению самостоятельной работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

10.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

*Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения текущего контроля успеваемости, а также как результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться при проведении промежуточной аттестации.*

10.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

*Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения промежуточной аттестации.*

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой