



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Технологии строительных материалов и метрологии

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

\_\_\_\_\_ С.В. Михайлов

«29» июня 2021 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Планирование и организация эксперимента

направление подготовки/специальность 27.03.01 Стандартизация и метрология

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Стандартизация и метрология

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Подготовка студентов к выполнению обязанностей инженера по качеству, инженера по метрологии и инженера по стандартизации в следующих видах профессиональной деятельности: организационно – управленческой, производственно – технологической; научно-исследовательской и проектной.

- изучение многообразия задач, решаемых с помощью модельных и натуральных экспериментов,
- освоение методов планирования, организации и обработки результатов модельных и натуральных экспериментов.

## 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-7 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области стандартизации и метрологического обеспечения	ОПК-7.1 Формулирует цель и задачу(и) исследования	<b>знает</b> современные понятия научного эксперимента, методологию экспериментальных исследований, общие правила оформления результатов эксперимента, государственную систему обеспечения единства измерений, метрологические службы производства <b>умеет</b> формулировать задачи и цели экспериментальных исследований, пути эффективного использования научных и технических достижений и разработку методов их использования <b>владеет навыками</b> методами планирования, организации и обработки результатов эксперимента
ОПК-7 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области стандартизации и метрологического обеспечения	ОПК-7.2 Осуществляет выбор способа и/или методики выполнения исследования	<b>знает</b> методологию экспериментальных исследований, требования к техническому состоянию средств измерений, оснастки и инструмента, сроки проведения их поверки. <b>умеет</b> использовать средства измерений для проведения экспериментальных исследований, применять современные методы обработки результатов измерений. <b>владеет навыками</b> навыками оформления научных обзоров и публикаций.

<p>ОПК-7 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области стандартизации и метрологического обеспечения</p>	<p>ОПК-7.3 Составляет программу исследования, определяет потребности в ресурсах</p>	<p><b>знает</b> методики составления программ исследования и определения потребности в ресурсах <b>умеет</b> составлять программу исследования и определять потребности в ресурсах <b>владеет навыками</b> методиками составления программ исследования и определения потребности в ресурсах</p>
<p>ОПК-7 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области стандартизации и метрологического обеспечения</p>	<p>ОПК-7.4 Составляет план исследования</p>	<p><b>знает</b> методики составления плана исследования <b>умеет</b> составлять план исследования <b>владеет навыками</b> методиками составления планов исследования</p>
<p>ОПК-7 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области стандартизации и метрологического обеспечения</p>	<p>ОПК-7.5 Осуществляет контроль выполнения эмпирического исследования</p>	<p><b>знает</b> методы осуществления контроля выполнения эмпирического исследования <b>умеет</b> осуществлять контроль выполнения эмпирического исследования <b>владеет навыками</b> методами осуществления контроля выполнения эмпирического исследования</p>
<p>ОПК-7 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области стандартизации и метрологического обеспечения</p>	<p>ОПК-7.6 Проводит обработку результатов эмпирического исследования методами математической статистики и теории вероятностей</p>	<p><b>знает</b> методы обработки результатов эмпирического исследования методами математической статистики и теории вероятностей <b>умеет</b> проводить обработку результатов эмпирического исследования методами математической статистики и теории вероятностей <b>владеет навыками</b> методами обработки результатов эмпирического исследования методами математической статистики и теории вероятностей</p>

ОПК-7 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области стандартизации и метрологического обеспечения	ОПК-7.7 Документирует результаты исследования, оформляет отчётный документ	<b>знает</b> правила документирования результатов исследования и оформления отчётной документации <b>умеет</b> документировать результаты исследования и оформлять отчётный документ <b>владеет навыками</b> методами документирования результатов исследования и оформления отчётной документации
ОПК-7 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области стандартизации и метрологического обеспечения	ОПК-7.8 Формулирует выводы по результатам исследования	<b>знает</b> правила оформления выводов по результатам исследования <b>умеет</b> формулировать выводы по результатам исследования <b>владеет навыками</b> методами формулирования выводов по результатам исследования

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.29 основной профессиональной образовательной программы 27.03.01 Стандартизация и метрология и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Высшая математика	УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4
2	Методы и средства измерений и контроля	ОПК-1.1, ОПК-1.2
3	Методы оптимальных решений задач	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4
4	Физика	ОПК-1.1, ОПК-1.2, УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.4
5	Физические основы измерений	ОПК-1.1, ОПК-1.2
6	Теория статистики	ОПК-7.6

Знать - основные положения следующих дисциплин:

Высшая математика

Методы и средства измерений и контроля

Методы оптимальных решений задач

Строительная физика

Физика

Физические основы измерений

Теория статистики.

Уметь - определять к какой дисциплине относится поставленная задача.

Владеть - методами междисциплинарного анализа.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Организация и технология испытаний	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8





6.1.	Планирование и организация эксперимента. Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования. Составление плана экспериментов. Проведение эксперимента и обработка результатов. Движение по градиенту – «крутое восхождение». Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка. Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии).	4	4	4				10	18	ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6
7.	7 раздел. Регрессионный анализ.									
7.1.	Регрессионный анализ (парный и множественный).	4	4	4				10	18	ОПК-7.6, ОПК-7.7
8.	8 раздел. Планирование и организация эксперимента									
8.1.	Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования. Составление плана экспериментов. Проведение эксперимента и обработка результатов. Движение по градиенту – «крутое восхождение». Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка. Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии).	4	3	3				10	16	ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8
9.	9 раздел. Специальные методы испытаний.									
9.1.	Специальные методы испытаний.	4	1	1				9,75	11,75	ОПК-7.7, ОПК-7.8
10.	10 раздел. Иная контактная работа									
10.1	Иная контактная работа	4							0,25	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8

10.2	Консультация по КР(КП)	4							1	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8
11.	11 раздел. Контроль									
11.1.	экзамен	4							9	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8

### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Дисперсионный анализ - однофакторный, двухфакторный, трехфакторный и многофакторный.	Дисперсионный анализ - однофакторный, двухфакторный, трехфакторный и многофакторный. Дисперсионный анализ - однофакторный, двухфакторный, трехфакторный и многофакторный.
2	Методы проведения эксперимента. Активный и пассивный эксперимент. Задачи обработки результатов измерений. Статистические величины. Анализ теоретико-экспериментальных исследований и формулирование выводов и предложений. Внедрение и эффективность экспериментальных исследований.	Методы проведения эксперимента. Активный и пассивный эксперимент. Задачи обработки результатов измерений. Статистические величины. Анализ теоретико-экспериментальных исследований и формулирование выводов и предложений. Внедрение и эффективность экспериментальных исследований. Методы проведения эксперимента. Активный и пассивный эксперимент. Задачи обработки результатов измерений. Статистические величины. Анализ теоретико-экспериментальных исследований и формулирование выводов и предложений. Внедрение и эффективность экспериментальных исследований.
3	Корреляционный анализ (парный и множественный).	Корреляционный анализ (парный и множественный). Формы проявления взаимосвязей для массовых наблюдений
4	Современные понятия науки, научного эксперимента, роль эксперимента в научном исследовании	Современные понятия науки, научного эксперимента, роль эксперимента в научном исследовании Эксперимент как основной метод эмпирического познания Современные понятия науки, научного эксперимента, роль эксперимента в научном исследовании Эксперимент как основной метод эмпирического познания



	Эксперимент как основной метод эмпирического познания	
5	<p>Методология теоретических и экспериментальных исследований</p> <p>Наблюдение, измерение и контроль - элементы экспериментального изучения материальных объектов. Анализ исходной информации, формулировка задач эксперимента, определение требований к результатам.</p>	<p>Методология теоретических и экспериментальных исследований</p> <p>Наблюдение, измерение и контроль - элементы экспериментального изучения материальных объектов. Анализ исходной информации, формулировка задач эксперимента, определение требований к результатам.</p>
6	<p>Планирование и организация эксперимента.</p> <p>Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования.</p> <p>Составление плана экспериментов.</p> <p>Проведение эксперимента и обработка результатов.</p> <p>Движение по градиенту – «крутое восхождение».</p> <p>Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка.</p> <p>Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии).</p>	<p>Планирование и организация эксперимента. Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования. Составление плана экспериментов. Проведение эксперимента и обработка результатов. Движение по градиенту – «крутое восхождение». Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка. Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии).</p> <p>Планирование и организация эксперимента. Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования. Составление плана экспериментов. Проведение эксперимента и обработка результатов. Движение по градиенту – «крутое восхождение». Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка. Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии).</p>
7	Регрессионный анализ (парный и множественный).	Регрессионный анализ (парный и множественный). Регрессионный анализ (парный и множественный).
8	Нахождение экстремума методом крутого восхождения.	Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования. Составление плана

	<p>Выбор первоначальной подобласти исследования.</p> <p>Составление плана экспериментов.</p> <p>Проведение эксперимента и обработка результатов.</p> <p>Движение по градиенту – «крутое восхождение».</p> <p>Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка.</p> <p>Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии).</p>	<p>экспериментов. Проведение эксперимента и обработка результатов.</p> <p>Движение по градиенту – «крутое восхождение». Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка. Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии).</p> <p>Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования. Составление плана экспериментов. Проведение эксперимента и обработка результатов.</p> <p>Движение по градиенту – «крутое восхождение». Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка. Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии).</p>
9	Специальные методы испытаний.	<p>Специальные методы испытаний.</p> <p>Применение прикладных пакетов для специальных методов испытаний.</p>

## 5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Дисперсионный анализ - однофакторный, двухфакторный, трехфакторный и многофакторный.	<p>Дисперсионный анализ - однофакторный, двухфакторный, трехфакторный и многофакторный.</p> <p>выполнить численный пример двухфакторного дисперсионного анализа, исходные данные которого должны быть получены с помощью программы «Модел. вероят. процессов_2017к.xls» при сочетании факторов, приведенных в табл.1.</p>
2	<p>Методы проведения эксперимента.</p> <p>Активный и пассивный эксперимент. Задачи обработки результатов измерений.</p> <p>Статистические величины. Анализ теоретико-экспериментальных исследований и формулирование выводов и предложений.</p> <p>Внедрение и эффективность экспериментальных исследований.</p>	<p>Методы проведения эксперимента. Активный и пассивный эксперимент.</p> <p>Задачи обработки результатов измерений. Статистические величины.</p> <p>Анализ теоретико-экспериментальных исследований и формулирование выводов и предложений. Внедрение и эффективность экспериментальных исследований.</p> <p>Составить конспект по методам проведения эксперимента.</p>
3	Корреляционный	Корреляционный анализ (парный и множественный).

	анализ (парный и множественный).	Произвести множественный (двухфакторный) регрессионный и корреляционный анализ статистических данных, генерируемых программой для заданного варианта. Номер варианта задается преподавателем.
4	Современные понятия науки, научного эксперимента, роль эксперимента в научном исследовании Эксперимент как основной метод эмпирического познания	Современные понятия науки, научного эксперимента, роль эксперимента в научном исследовании Эксперимент как основной метод эмпирического познания Составить конспект по современным понятиям науки, научного эксперимента, эмпирического познания.
5	Методология теоретических и экспериментальных исследований Наблюдение, измерение и контроль - элементы экспериментального изучения материальных объектов. Анализ исходной информации, формулировка задач эксперимента, определение требований к результатам.	Методология теоретических и экспериментальных исследований Наблюдение, измерение и контроль - элементы экспериментального изучения материальных объектов. Анализ исходной информации, формулировка задач эксперимента, определение требований к результатам. Составить конспект по методологии теоретических и экспериментальных исследований .
6	Планирование и организация эксперимента. Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования. Составление плана экспериментов. Проведение эксперимента и обработка результатов. Движение по градиенту – «крутое восхождение». Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго	Планирование и организация эксперимента. Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования. Составление плана экспериментов. Проведение эксперимента и обработка результатов. Движение по градиенту – «крутое восхождение». Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка. Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии). Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования. Составление плана экспериментов. Проведение эксперимента и обработка результатов.

	порядка. Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии).	
7	Регрессионный анализ (парный и множественный).	Регрессионный анализ (парный и множественный). Произвести множественный (двухфакторный) регрессионный и корреляционный анализ статистических данных, генерируемых программой для заданного варианта. Номер варианта задается преподавателем.
8	Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования. Составление плана экспериментов. Проведение эксперимента и обработка результатов. Движение по градиенту – «крутое восхождение». Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка. Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии). Определить максимум заданной неизвестной функции методом крутого восхождения и найти полином, аппроксимирующий эту функцию в заданном факторном пространстве на основе статистических данных, генерируемых программой «Модел. вероят. процессов.xls» для заданного варианта.	Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования. Составление плана экспериментов. Проведение эксперимента и обработка результатов. Движение по градиенту – «крутое восхождение». Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка. Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии). Определить максимум заданной неизвестной функции методом крутого восхождения и найти полином, аппроксимирующий эту функцию в заданном факторном пространстве на основе статистических данных, генерируемых программой «Модел. вероят. процессов.xls» для заданного варианта.
9	Специальные методы испытаний.	Специальные методы испытаний. Определить кодированные значения верхних и нижних уровней факторов, выбрать математическую модель функции отклика для подобласти факторного пространства и составить матрицу планирования полнофакторного эксперимента.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Дисперсионный анализ - однофакторный, двухфакторный, трехфакторный и многофакторный.	Дисперсионный анализ - однофакторный, двухфакторный, трехфакторный и многофакторный.
3	Корреляционный анализ (парный и множественный).	Корреляционный анализ (парный и множественный).
5	Методология теоретических и	

	<p>экспериментальных исследований</p> <p>Наблюдение, измерение и контроль - элементы экспериментального изучения материальных объектов. Анализ исходной информации, формулировка задач эксперимента, определение требований к результатам.</p>	
6	<p>Планирование и организация эксперимента.</p> <p>Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования.</p> <p>Составление плана экспериментов.</p> <p>Проведение эксперимента и обработка результатов.</p> <p>Движение по градиенту – «крутое восхождение».</p> <p>Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка.</p> <p>Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии).</p>	
7	<p>Регрессионный анализ (парный и множественный).</p>	
8	<p>Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования.</p> <p>Составление плана экспериментов.</p>	

	<p>Проведение эксперимента и обработка результатов. Движение по градиенту – «крутое восхождение». Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка. Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии).</p>	
9	Специальные методы испытаний.	

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

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

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

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- 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, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

## 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	Дисперсионный анализ - однофакторный, двухфакторный, трехфакторный и многофакторный.	ОПК-7.6	Опрос
2	Методы проведения эксперимента. Активный и пассивный эксперимент. Задачи обработки результатов измерений. Статистические величины. Анализ теоретико-экспериментальных исследований и формулирование выводов и предложений. Внедрение и эффективность экспериментальных исследований.	ОПК-7.3, ОПК-7.4	Опрос
3	Корреляционный анализ (парный и множественный).	ОПК-7.6	Опрос
4	Современные понятия науки, научного эксперимента, роль эксперимента в научном исследовании Эксперимент как основной метод эмпирического познания	ОПК-7.1, ОПК-7.2	опрос
5	Методология теоретических и экспериментальных исследований Наблюдение, измерение и контроль - элементы экспериментального изучения материальных объектов. Анализ исходной информации, формулировка задач эксперимента, определение требований к результатам.	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4	опрос
6	Планирование и организация эксперимента. Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования. Составление плана экспериментов. Проведение	ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6	Опрос

	эксперимента и обработка результатов. Движение по градиенту – «крутое восхождение». Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка. Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии).		
7	Регрессионный анализ (парный и множественный).	ОПК-7.6, ОПК-7.7	опрос
8	Нахождение экстремума методом крутого восхождения. Выбор первоначальной подобласти исследования. Составление плана экспериментов. Проведение эксперимента и обработка результатов. Движение по градиенту – «крутое восхождение». Уточнение максимального значения функции отклика с помощью плана второго порядка. Нахождение интерполяционной функции (уравнения регрессии).	ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8	Опрос
9	Специальные методы испытаний.	ОПК-7.7, ОПК-7.8	Опрос
10	Иная контактная работа	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК- 7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК -7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8	
11	Консультация по КР(КП)	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК- 7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК -7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8	
12	экзамен	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК- 7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК -7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8	билет

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

Темы докладов (для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК- 7.1 - ОПК-7.8

1. Возможности современных программ обработки экспериментальных данных.
2. Принципы организации современных статистических пакетов.
3. Возможные причины неадекватности математической модели и способы их устранения.
4. Преимущества и недостатки дробного факторного эксперимента.
5. Сравнительный анализ методов поиска оптимальных условий.
6. Возможные отклонения от распределения Пуассона, их выявление и учет.
7. Критерии применимости распределения Стьюдента.
8. Расстояние по Махаланобису.

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



<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:  - 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> <p>умения:  - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки:  - 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;  - безупречно 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>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:  - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;  - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения:  - 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> <p>навыки:  - 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>

<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. Дать определение: а) Индукции б) Дедукции в) Абстракции
2. Перечислить основные типы теоретических задач
3. Как классифицируются экспериментальные исследования
4. Перечислить три основных направления теории эксперимента.
5. Что такое параметры и предъявляемые к ним требования
6. Что такое факторы и предъявляемые к ним требования
7. Основными свойствами объекта исследования являются:
8. Дать определение: а) модели б) математической модели.
9. Какие приёмы используются при построении моделей
10. Что такое критерии подобия
11. Что такое план эксперимента?
12. Что является целью планирования эксперимента?
13. Что называется факторным пространством?
14. Перечислить основные методы планирования, применяемых на разных этапах исследования
15. Какие сочетания факторов и сколько таких сочетаний необходимо взять для определения функции отклика?

16. Как найти коэффициенты  $B_0, B_1, \dots, B_m$ ?
17. Как оценить точность представления функции отклика?
18. Как использовать полученное представление для поиска оптимальных значений  $Y$ ?
19. Перечислить свойства полного факторного эксперимента 2К
20. Что такое ротатабельные планы?
21. Из каких этапов состоит нахождение модели методом ПФЭ?
22. Что такое дробный факторный эксперимент?
23. Что такое определяющий контраст?
24. Что называется генерирующим соотношением?
25. Что такое обобщающий определяющий контраст?
26. Чем отличается планирование экспериментов при построении квадратичной модели?
27. Какой эксперимент, называется экстремальным?
28. Что такое метод покоординатной оптимизации?
29. Что такое метод крутого восхождения?
30. Что такое симплекс-планирование?
31. Что такое функция распределения, плотность распределения?
32. Перечислите моменты случайной величины, что они характеризуют?
33. Что такое числовые характеристики положения (мода, медиана, квантили)?
34. Каковы условия возникновения распределение Пуассона?
35. Что такое пуассоновский поток?
36. Что такое нормальное распределение?
37. Перечислите основные свойства нормального распределения.
38. Что называется случайной величиной  $\chi^2$  (хи – квадрат)?
39. Что такое распределения Пирсона?
40. Что такое распределение Стьюдента ( $t$ -распределение)?
41. Что называется корреляционным моментом (ковариацией)?
42. Для чего используют коэффициент корреляции случайных величин?
43. Какие задачи решает математическая статистика?
44. Что такое генеральная совокупность и случайная выборка?
45. Какая выборка называется репрезентативной?
46. Что такое оценки числовых характеристик случайных величин?
47. Какие требования предъявляются к оценкам числовых характеристик случайных величин?
48. Дайте классификацию ошибок измерения.
49. Сформулируйте закон сложения ошибок.
50. Свойством аддитивности обладают дисперсии или среднеквадратические ошибки?

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

Выполнить численный пример двухфакторного дисперсионного анализа, исходные данные которого должны быть получены с помощью программы «Модел. вероят. процессов\_2017к.xls» при сочетании факторов, приведенных в табл. 1.

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

Математическое моделирование двухфакторного эксперимента.

#### 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. 7.1.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой проводится в форме собеседования.

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»		
	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>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</p>

<p>знания</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -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>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -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>	<p>Обучающийся демонстрирует: -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.</p>
<p>умения</p>	<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	<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>
-------------------	--	---	---	--

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
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Новикова Е. Н., Серветник О. Л., Компьютерная обработка результатов измерений, Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/75577.html">http://www.iprbookshop.ru/75577.html</a>
2	Новикова Е. Н., Серветник О. Л., Компьютерная обработка результатов измерений, Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017	ЭБС
3	Медведев П. В., Федотов В. А., Математическая обработка результатов исследования, Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017	ЭБС
4	Норин В. А., Гордиенко В. Е., Гордиенко Е. Г., Орлов А. П., Обработка результатов измерений. Лабораторный практикум, СПб., 2013	ЭБС
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		

1	Леонтьев Н. Л., Статистическая обработка результатов наблюдений, М.: ГОСЛЕСБУМИЗДАТ, 1952	ЭБС
2	Ткалич В. Л., Лабковская Р. Я., Обработка результатов технических измерений, Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2011	<a href="http://www.iprbookshop.ru/67409.html">http://www.iprbookshop.ru/67409.html</a>
3	Фокин С. А., Бармасова А. М., Мамаев М. А., Фокин С. А., Обработка результатов измерений физических величин, Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/17948.html">http://www.iprbookshop.ru/17948.html</a>
4	Новикова Е. Н., Серветник О. Л., Компьютерная обработка результатов измерений, Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017	ЭБС
5	Шпаков П. С., Юнаков Ю. Л., Математическая обработка результатов измерений, Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014	ЭБС
6	Фокин С. А., Бармасова А. М., Мамаев М. А., Фокин С. А., Обработка результатов измерений физических величин, Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2013	ЭБС
7	Бродский В. З., Налимов В. В., Введение в факторное планирование эксперимента, М.: Наука, 1976	ЭБС
8	Румшицкий Л. З., Математическая обработка результатов эксперимента, М.: Наука, 1971	ЭБС
9	Тихонов А. Н., Уфимцев М. В., Статистическая обработка результатов экспериментов, М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988	ЭБС
10	Кассандрова О. Н., Лебедев В. В., Обработка результатов наблюдений, М.: Наука, 1970	ЭБС
11	Останин А. Н., Тюленев В. П., Романов А. В., Петровский А. А., Останин А. Н., Применение математических методов и ЭВМ. Планирование и обработка результатов эксперимента, Минск: Выш. шк., 1989	ЭБС
12	Степнов М. Н., Статистическая обработка результатов механических испытаний, Москва: Машиностроение, 1972	ЭБС
13	Яковлев К. П., Математическая обработка результатов измерений, М.: Гос. изд-во техн.-теор. лит., 1953	ЭБС
14	Ганьшин В. Н., Математическая обработка результатов геодезических измерений, Л., 1981	ЭБС
1	Карпов А. В., Математическая обработка результатов экспериментов, Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/64867.html">http://www.iprbookshop.ru/64867.html</a>
2	Карпов А. В., Математическая обработка результатов экспериментов, Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016	ЭБС
3	Киценко Т. П., Лахтарина С. В., Егорова Е. В., Методология, планирование и обработка результатов эксперимента в научных исследованиях, Макеевка: Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2020	ЭБС

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
--------------------------------------	---------------------------

МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ	<a href="http://em.samgtu.ru/sites/em.samgtu.ru/files/mpe_posobie_2016.pdf">http://em.samgtu.ru/sites/em.samgtu.ru/files/mpe_posobie_2016.pdf</a>
Планирование эксперимента и обработка результатов	<a href="https://portal.tpu.ru/departments/kafedra/iksu/ucheb_rabota/literatura/special/Tab/KonspPExp.pdf">https://portal.tpu.ru/departments/kafedra/iksu/ucheb_rabota/literatura/special/Tab/KonspPExp.pdf</a>
Организация и математическое планирование эксперимента	<a href="https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/65224/1/978-5-7996-2486-6_2018.pdf">https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/65224/1/978-5-7996-2486-6_2018.pdf</a>

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Периодические издания СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/">https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/</a>
Список сборников трудов и конференций в РИНЦ/eLIBRARY	<a href="https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf">https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf</a>
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/">https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/</a>
Моделируемый каталог научных журналов.	<a href="http://www.doaj.org">www.doaj.org</a>
Журналы издательства Sage. В настоящее время доступны статьи из 320 журналов по 36 предметным рубрикам: гуманитарные и общественные науки, информатика, инженерные дисциплины, экономика, здоровье и образование.	<a href="http://www.sagepublications.com">www.sagepublications.com</a>
Библиотека по Естественным наукам Российской Академии наук (РАН)	<a href="http://www.ras.ru">www.ras.ru</a>
Тех.Лит.Ру - техническая литература	<a href="http://www.tehлит.ru/">http://www.tehлит.ru/</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	<a href="http://www2.viniti.ru">www2.viniti.ru</a>
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	<a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Интернет-тренажеры в сфере образования	<a href="http://www.i-exam.ru">http://www.i-exam.ru</a>

### 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 № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Microsoft Project 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
MathCad версия 15	Mathcad сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г.
Matlab версия R2019a	MATLAB договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты"
Notepad++ версия 7.7.1	свободно распространяемое

#### 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
39. Учебные аудитории для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (компьютерный класс): ПК-12 шт. (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с установленным мультимедийным оборудованием (проектор, экран, колонки) с доступом к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ; доска маркерная; комплект учебной мебели на 12 посадочных мест.
39. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

39. Учебные аудитории 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, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
--	---

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

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 № 901).

Программу составил:

доцент ТСМиМ, к.ф.-м.н. Летенко Д.Г.

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Технологии строительных материалов и метрологии

21.05.2021, протокол № 8

Заведующий кафедрой д.т.н., проф. Ю.В. Пухаренко

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

18.06.2021, протокол № 2.

Председатель УМК к.т.н., доцент А.Н. Панин