

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«04» апреля 2023 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.20**

Математические методы планирования эксперимента

Учебный план: 2023-2024 27.03.01 ИИТА Станд и серт ОЗО №1-2-156.plx

Кафедра: **41** Инженерного материаловедения и метрологии

Направление подготовки:  
(специальность) 27.03.01 Стандартизация и метрология

Профиль подготовки: Стандартизация и сертификация  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очно-заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
4	УП	17	34	54,75	2,25	3	Курсовая работа, Зачет
	РПД	17	34	54,75	2,25	3	
Итого	УП	17	34	54,75	2,25	3	
	РПД	17	34	54,75	2,25	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология, утвержденным приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 901

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

\_\_\_\_\_

Примаченко  
Макарович

Борис

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерного материаловедения  
и метрологии

\_\_\_\_\_

Цобкалло Екатерина  
Сергеевна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Цобкалло Екатерина  
Сергеевна

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области математических методов планирования и организации эксперимента

**1.2 Задачи дисциплины:**

- изучить математические методы планирования экспериментальных исследований;
- изучить методы математико-статистической обработки экспериментальных данных;
- изучить компьютерные программы математико-статистической обработки экспериментальных данных

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

- Математика
- Информационные технологии
- Теория вероятностей и математическая статистика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПК-7: Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно-обоснованных решений в области стандартизации метрологического обеспечения**

**Знать:** теоретические методы планирования экспериментальных исследований по проверке эффективности научно-обоснованных решений в области стандартизации и метрологии

**Уметь:** составлять планы проведения экспериментальных исследований и проводить их; обрабатывать экспериментальные данные методами математической статистики и строить математические модели

**Владеть:** навыками применения компьютерных программ математико-статистической обработки экспериментальных данных

## 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля	
		Лек. (часы)	Пр. (часы)				
Раздел 1. Планирование экспериментальных исследований	4					0	
Тема 1. Основные понятия математической статистики и теории случайных процессов. Практическая работа. Построение функции распределения вероятности непрерывной случайной величины		3	6	8	ИЛ		
Тема 2. Планирование исследований при активном эксперименте. Практическая работа. Построение регрессионной математической модели по данным активного эксперимента		4	6	8,75	ИЛ		
Тема 3. Проведение исследований при пассивном эксперименте. Практическая работа. Построение корреляционной математической модели по данным пассивного эксперимента		2	6	7	ИЛ		
Тема 4. Теория статистических гипотез.		2		7	ИЛ		
Раздел 2. Организация экспериментальных исследований							0
Тема 5. Планирование эксперимента при поиске оптимальных значений функции-отклика		2		8	ИЛ		
Тема 6. Примеры планирования экспериментальных исследований. Практическая работа. Экспериментальные исследования неровноты текстильных материалов	2	10	8	ИЛ			

Тема 7. Компьютерные программы для статистической обработки результатов исследований. Практическая работа. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований с помощью компьютерной среды «Microsoft Excel»		2	6	8	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	54,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Курсовая работа, Зачет)		2,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		53,25		54,75		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):** Целью курсовой работы является математико-статистическая обработка экспериментальных данных.

Задачами курсовой работы являются:

- проверка на однородность результатов эксперимента;
- построение математической модели;
- проверка достоверности математической модели статистическим и инженерным методами.

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** Статистическая обработка результатов активного эксперимента, выполненного с помощью плана полного или дробного факторного эксперимента.

**4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):**

Курсовая работа является расчётной работой и представляется в виде компьютерного протокола и пояснительной записки. Компьютерный протокол должен включать в себя все этапы расчётов. Пояснительная записка выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32–2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» и ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Пояснительная записка должна содержать следующие элементы: титульный лист, задание, содержание, введение, разделы основной части, заключение, список используемых источников. При оформлении пояснительной записки необходимо сначала изложить методику и привести используемые формулы в общем виде с пояснениями, а затем представить сами расчеты в удобной для анализа форме, предпочтительно табличной.

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

###### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-7	<p>Формулирует этапы проведения экспериментальных исследований</p> <p>Обосновывает выбор научно-практических критериев составления плана проведения экспериментальных исследований</p> <p>Обрабатывает результаты эксперимента с последующим построением математической модели при помощи стандартных программных</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практическое индивидуальное задание</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>

###### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)		Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Работа представлена в требуемые сроки.

4 (хорошо)		Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями профессиональной области. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы или нарушены сроки предоставления работы к защите.
3 (удовлетворительно)		Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием
2 (неудовлетворительно)		Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Содержание работы полностью не соответствует заданию. Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работ

Зачтено	Обучающийся показывает достаточные знания в области математических методов планирования и организации эксперимента, способность участвовать в практическом освоении систем управления качеством. Обучающийся дает оценку качества готовой продукции, владеет современными методами планирования и организации экспериментальных исследований технологических процессов в промышленности, показывает навыки применения полученных знаний к решению конкретных задач, связанных с последующей профессиональной деятельностью	
Не зачтено	Обучающийся не имеет минимально достаточных знаний в области планирования и организации эксперимента, при ответе допускает грубые ошибки, которые не может уст-ранить даже при конкретном обсуждении заданной темы с преподавателем. Кроме этого, обучающийся отказывается от оценивания, списывает, использует неразрешенные технические средства	

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 4	
1	Построение математических моделей средствами компьютерной среды «Microsoft Excel»
2	Корреляционная функция неровноты продуктов прядения. Метод определения
3	Оценка неровноты продуктов прядения по их свойствам
4	Неровнота продуктов прядения и её виды

5	Метод крутого восхождения при оптимизации технологических процессов и материалов и методика его проведения
6	Оптимизация технологических процессов и материалов
7	Условие принятия статистических гипотез
8	Коэффициент корреляции
9	Определение корреляционных однофакторных моделей по данным пассивного эксперимента
10	Ортогональный центральный композиционный план второго порядка (План Бокса). Область применения
11	Планы для построения квадратичных моделей
12	Проверка значимости коэффициентов модели
13	Проверка адекватности полученной модели
14	Планы для построения линейных моделей с взаимодействиями. Планы дробного факторного эксперимента
15	Планы для построения линейных моделей с взаимодействиями. Планы полного факторного эксперимента
16	Планы для построения линейных моделей. ПланыДФЭ
17	Планы для построения линейных моделей. ПланыПФЭ
18	Выбор значений основных уровней факторов и интервалов их варьирования. Нормирование факторов
19	Входные и выходные параметры при активном планировании экспериментальных исследований
20	Многофакторный метод активного планирования экспериментальных исследований
21	Однофакторный метод активного планирования экспериментальных исследований
22	Закон Фишера распределения случайной величины

23	Сравнение двух дисперсий характеристики распределённой по нормальному закону
24	Сравнение дисперсии характеристики эксплуатационных свойств материала со стандартной дисперсией
25	Доверительный интервал и ошибка среднего квадратического отклонения
26	Закон Стьюдента распределения случайной величины
27	Доверительный интервал и ошибка среднего значения
28	Методика оценки достоверности нормального распределения экспериментальных данных с использованием критерия согласия Пирсона ( $\chi^2$ )
29	Закон Пирсона распределения случайной величины
30	Закон Гаусса (Нормальный закон) распределения случайной величины
31	Определение числовых характеристик и законов распределения случайной величины
32	Построение функции распределения вероятности непрерывной случайной величины
33	Методы построения теоретико-экспериментальных исследовательских работ. Основные сведения о пассивном и активном методе экспериментальных исследований
34	Виды и этапы научно-исследовательских работ

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания находятся в Приложении

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

 +

Письменная

 +

Компьютерное тестирование

Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Зачёт проводится в устной форме по билетам. В билете один теоретический вопрос и одна практическая задача. Студенты готовятся в течение 40 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Абрамова, И. В., Шилова, З. В.	Теория планирования и эксперимента	Соликамск: Соликамский государственный педагогический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»	2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/104339.html">http://www.iprbookshop.ru/104339.html</a>
Воробьев, А. Л., Любимов, И. И., Косых, Д. А.	Планирование и организация эксперимента в управлении качеством	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/33648.html">http://www.iprbookshop.ru/33648.html</a>
Харитонов, М. И., Харитонов, А. М.	Планирование и организация эксперимента	Санкт-Петербург: Санкт- Петербургский государственный архитектурно- строительный университет, ЭБС АСВ	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/30012.html">http://www.iprbookshop.ru/30012.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				

Примаченко Б. М., Рудин А. Е.	Планирование и организация эксперимента	СПб.: СПбГУПТД	2015	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2407">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2407</a>
----------------------------------	--	----------------	------	---

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система «IPRbooks». - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.  
Единый портал интернет-тестирования. - Режим доступа: <http://www.i-exam.ru>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional  
Microsoft Windows

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

Лаборатория оптимизации текстильных технологий.  
Лаборатория механики ориентированных полимеров

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска

## Приложение

рабочей программы дисциплины

**Математические методы планирования эксперимента**

по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология

наименование ОП (профиля) Стандартизация и сертификация

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)
1	Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований и построение теоретической функции распределения разрывной нагрузки ( $P_p$ ) хлопчатобумажной пряжи (число измерений равняется 24; минимальное значение разрывной нагрузки равняется 417,4 сН, максимальное значение – 521,2 сН)
2	Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований и построение теоретической функции распределения линейной плотности ( $T$ ) хлопкольнайной пряжи (число измерений равняется 24; минимальное значение линейной плотности равняется 16,40 текс, максимальное значение – 20,18 текс)
3	Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований и построение корреляционной (вероятностной) модели между разрывным удлинением ( $\epsilon_p$ ) и разрывной нагрузкой ( $P_p$ ) хлопчатобумажной пряжи (число измерений равняется 100; минимальное значение разрывного удлинения равняется 2,8 %, максимальное значение – 6,2 %; минимальное значение разрывной нагрузки равняется 168,1 сН, максимальное значение – 350,1 сН)
4	Определение индекса ( $I$ ) и уровня ( $L$ ) неровноты пряжи линейной плотности 20 текс выработанной из смеси хлопкового и вискозного волокна (хлопкового волокна – 60 %, вискозного волокна – 40 %). Средняя линейная плотность хлопкового волокна равняется 0,2 текс, средняя линейная плотность вискозного волокна равняется 0,16 текс. Квадратическая неровнота по площади поперечного сечения хлопкового волокна равняется 35 %, вискозного волокна – 0 %. После испытания пряжи на приборе «Uster», была получена действительная неровнота равная 21,9 %
5	Определение уравнения регрессии (детерминированно-вероятностной модели объекта исследования) средствами компьютерной среды «Microsoft Excel». Результаты экспериментальных исследований зависимости разрывной нагрузки ( $P_p$ ) сукна технического назначения от температуры его сушки ( $T$ ) в виде исходных данных записываются в таблице Excel. Температура сушки может изменяться в интервале от 130 до 170 °С