

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

А.Е. Рудин

« 28 » июня 2022 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.30**

Методы обработки результатов измерений

Учебный план: 2022-2023 29.03.02 РИНПО ПТиХОТИ ЗАО №1-3-5.plx

Кафедра: **48** Технологии и проектирования текстильных изделий

Направление подготовки:  
(специальность) 29.03.02 Технологии и проектирование текстильных изделий

Профиль подготовки: Проектирование, технологии и художественное оформление текстильных  
(специализация) изделий

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
3	УП	4	4	28		1	
	РПД	4	4	28		1	
4	УП		4	55	13	2	Зачет, Курсовая работа
	РПД		4	55	13	2	
Итого	УП	4	8	83	13	3	
	РПД	4	8	83	13	3	

Санкт-Петербург  
2022

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 29.03.02 Технологии и проектирование текстильных изделий, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.09.2017 г. № 963

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

\_\_\_\_\_

Прохорова Ирина  
Анатольевна

доктор технических наук, Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Иванов Олег Михайлович

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой технологии и проектирования  
текстильных изделий

\_\_\_\_\_

Иванов Олег Михайлович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Иванов Олег Михайлович

Методический отдел: Макаренко С.В

---

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области проведения экспериментальных исследований технологических процессов, измерения характеристик волокон и текстильных материалов, статистической обработки результатов и построения регрессионных моделей на основе результатов измерений

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Познакомить обучающихся с методами статистической обработки результатов измерений, получаемых в результате исследований.
- Познакомить обучающихся со способами построения математических моделей процессов на основе результатов проведенных экспериментов.
- Раскрыть принципы грамотного проведения измерений в процессе исследования технологических процессов, обработки экспериментальных результатов и построения эмпирических моделей.
- Продемонстрировать особенности при сравнении различных статистических характеристик и построении эмпирических моделей для линейных и нелинейных зависимостей.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Технология нетканых материалов

Технология прядения

Технология ткачества

Физика

Математика

Текстильное материаловедение

Прикладная математика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПК-3: Способен проводить измерения параметров структуры, свойств текстильных материалов, изделий и технологических процессов их изготовления**

**Знать:** Методы и средства измерений, методы обработки результатов измерений, способы сравнения статистических характеристик результатов, методы определения коэффициентов эмпирических моделей, характеристики, особенности измерительных приборов

**Уметь:** Рассчитывать характеристики серии измерений (среднее, дисперсия, доверительный интервал), получать эмпирические зависимости на основе экспериментальных данных, анализировать, сопоставлять полученные результаты.

**Владеть:** Навыками оценки и сравнения результатов измерения характеристик текстильных материалов с требованиями нормативно-технической документации; навыками статистической обработки результатов измерений и получения эмпирических моделей.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Статистическая обработка результатов измерений.	3				
Тема 1. Методы проведения измерений свойств волокна, готовой продукции и параметров технологического процесса. Основные статистические характеристики рядов измерений. Дисперсия, среднеквадратичное отклонение, коэффициент вариации. Исключение резко выделяющихся значений. Нормальный закон распределения, его параметры и использование. Проверка гипотезы о законе распределения. Понятие доверительного интервала и доверительной вероятности. Критерий Стьюдента. Оценка доверительного интервала для среднего из выборки. Планирование объема необходимой выборки для обеспечения нужной точности Практическое занятие 1. Основные статистические характеристики рядов измерений. Дисперсия, среднеквадратичное отклонение, коэффициент вариации. Исключение резко выделяющихся значений. Оценка доверительного интервала для среднего из выборки.		2	2	14	ГД
Тема 2. Применение основных статистических критериев для сравнения числовых ха-характеристик продукта или технологического процесса. Понятие о статистических гипотезах и критериях оценки. Сравнение дисперсии свойств нового продукта со стандартной дисперсией и двух дисперсий нормальных совокупностей. Непараметрический критерий. Сравнение выборочной средней со стан-стандартным значением. Сравнение двух средних из нормально распределенных генеральных совокупностей. Практическое занятие 2. Сравнение двух средних и дисперсий из нормально распределенных генеральных совокупностей		2	2	14	ГД
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		4	4	28	
Консультации и промежуточная аттестация - нет		0			
Раздел 2. Построение регрессионных моделей для одной переменной.	4				

<p>Тема 3. Построение линейных регрессионных однофакторных моделей. Методы определения коэффициентов регрессии. Определение адекватности полученного уравнения. Определение значимости коэффициентов регрессии и их доверительных интервалов. Вычисление доверительных интервалов для средних значений выходного параметра при фиксированном значении фактора.</p> <p>Практическое занятие 3. Построение линейных регрессионных однофакторных моделей различными способами. Определение адекватности полученных уравнений. Определение значимости коэффициентов регрессии и их доверительных интервалов.</p>		1	17	ГД
<p>Тема 4. Квадратичная параболическая однофакторная регрессионная модель (модель второго порядка). Определение адекватности полученного уравнения. Определение значимости коэффициентов регрессии и их доверительных интервалов. Вычисление доверительных интервалов для средних значений выходного параметра при фиксированном значении фактора.</p> <p>Практическое занятие 4. Квадратичная параболическая однофакторная регрессионная модель (модель второго порядка). Определение адекватности полученного уравнения. Определение значимости коэффициентов регрессии и их доверительных интервалов.</p>		1	18	ГД

Тема 5. Построение нелинейных регрессионных однофакторных моделей, преобразуемых в линейные. Виды нелинейных моделей, применяемых для описания экспериментальных зависимостей. Функциональные шкалы и их применение при построении нелинейной зависимости. Выбор вида нелинейной модели и линеаризация исходной зависимости. Определение коэффициентов выбранной модели. Применение компьютерных технологий и, в частности, программы «Excel» для расчетов. Практические примеры построения нелинейных эмпирических моделей технологических процессов. Оценка степени корреляции между сериями измерений. Практическое занятие 5. Построение нелинейных регрессионных однофакторных моделей, преобразуемых в линейные. Выбор вида нелинейной модели и линеаризация исходной зависимости. Определение коэффициентов выбранной модели. Практическое занятие 6. Использование программы «Excel» для статистической обработки результатов и построения регрессионных моделей. Оценка степени корреляции между двумя сериями экспериментальных данных.			2	20	ГД
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)			4	55	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет, Курсовая работа)		2,25			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		14,25		83	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):** Выполняемая курсовая работа направлена на более глубокое усвоение студентами изучаемого материала по дисциплине, а именно:

- первичной обработке статистических данных;
- построению полиномиальных однофакторных моделей технологических процессов;
- оптимизации полученных моделей и освоению функций ЭТ MS EXCEL для статистической обработки эксперимента.

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** Курсовая работа относится к обработке результатов проведенных измерений и построению на их основе регрессионной модели из области технологии производства текстильных материалов (технология прядения, технология тканей, технология нетканых материалов) с оценкой степени адекватности полученной модели.

Ориентировочная тематика курсовых работ:

Произвести статистическую обработку экспериментальных данных зависимости прочности пряжи от ее крутки и построить полиномиальную однофакторную модель данной зависимости.

Произвести статистическую обработку экспериментальных данных зависимости влияния крутки пряжи на ее неровноту и построить полиномиальную однофакторную модель данной зависимости.

Произвести статистическую обработку экспериментальных данных влияния натяжения пряжи при перематывании на ее обрывность и построить полиномиальную однофакторную модель данной зависимости.

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

Оформление курсовой работы должно соответствовать требованиям, предъявляемым к оформлению рукописи ГОСТ 7.32-2017.

Пояснительная записка курсовой работы предоставляется в электронном формате, выполненным в редакторе Word; необходимые расчеты выполняются с помощью программы Excel. Разделы курсовой работы необходимо выполнять в течении семестра и предоставить выполненную работу в период зачетной недели.

## 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-3	<p>Определяет параметры структуры и свойства текстильных материалов и изделий; методы и средства измерений, характеристики, особенности измерительных приборов; основные метрологические характеристики средств измерений.</p> <p>Измеряет параметры структуры, свойств текстильных материалов, изделий и технологических процессов с использованием различных средств измерений; анализирует, сопоставляет полученные результаты; оценивает состояние эксплуатируемого оборудования.</p> <p>Проводит поверку, калибровку средств измерений, владеет методами оценки и сравнения результатов измерения с требованиями нормативно-технической документации; способами компоновки аналитических отчетов.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования.</p> <p>Практико-ориентированные задания.</p> <p>Курсовая работа.</p>

#### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)		Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области, умение использовать теоретические знания для решения практических задач. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
4 (хорошо)		Ответ полный и правильный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственно, но допущены в ответах небольшие погрешности, которые устраняются только в результате собеседования.
3 (удовлетворительно)		Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом при неполных, слабо аргументированных ответах. Присутствуют неточности в ответах, пробелы в знаниях по некоторым темам, существенные ошибки, которые могут быть найдены и частично устранены в результате собеседования.
2 (неудовлетворительно)		Неспособность ответить на поставленный вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки.
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое понимание предмета; свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного	

	уровня знания дисциплины; плохо ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## 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
Курс 4	
1	Определение статистических характеристик совокупности случайных величин. Законы распределения.
2	Нормальный закон распределения, его параметры и использование. Проверка гипотезы о законе распределения.
3	Понятие доверительной вероятности и доверительного интервала. Вычисление доверительного интервала для заданного объема выборки.
4	Применение основных статистических критериев для сравнения числовых характеристик продукта или технологического процесса. Понятие о статистических гипотезах и критериях оценки.
5	Сравнение дисперсии свойств продукта с заданным значением. Сравнение двух дисперсий нормально распределенных генеральных совокупностей.
6	Сравнение среднего для выборки с предполагаемым значением среднего для серии измерений большого и малого объема.
7	Сравнение двух средних больших независимых выборок.
8	Сравнение двух средних для выборок из нормально распределенных генеральных совокупностей, если равнозначность измерений доказана.
9	Сравнение двух средних для выборок из нормально распределенных генеральных совокупностей, если равнозначность измерений не доказана.
10	Непараметрические критерии для сравнения средних двух независимых выборок.
11	Получение линейной однофакторной регрессионной модели на основе экспериментальных данных.
12	Определение адекватности полученного регрессионного уравнения. Определение значимости коэффициентов регрессии и их доверительных интервалов.
13	Получение параболической однофакторной регрессионной модели на основе экспериментальных данных.



### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

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

При одном уровне фактора получили дисперсию  $S12\{Y\} = 2,7$  при  $n1 = 6$  измерениях, для второго уровня фактора  $S22\{Y\} = 1,6$  при  $n2 = 12$ . Оценить возможность принятия гипотезы  $H0 \sigma12 = \sigma22$

Для двух рядов измерений выборочные дисперсии  $S12\{Y\} = 8,7$ ;  $S22\{Y\} = 3,8$ ;  $n1 = n2 = 7$ . Дать оценку гипотезы  $\sigma12 = \sigma22$  при конкурирующей гипотезе  $\sigma12 > \sigma22$ , приняв уровень значимости  $\alpha = 0,05$

Проведено 180 измерений прочности клееного нетканого материала и получены средние значения  $P = 262$  сН и  $S(P) = 25$  сН. Проверить, значимо ли различие выборочной средней от стандартной прочности  $P0 = 245$  сН при двух конкурирующих гипотезах:  $M(P) \neq P0$  и  $M(P) > P0$

Измерена прочность двух образцов флизелина и получены данные:  $Y1 = 180$  сН,  $S1(Y1) = 15$  сН,  $n1 = 120$ ;  $Y2 = 150$  сН,  $S2(Y2) = 12$  сН,  $n2 = 120$ . При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  проверить гипотезу  $M\{Y1\} = M\{Y2\}$  при конкурирующей гипотезе  $M\{Y1\} \neq M\{Y2\}$

При испытании нетканого полотна на разрыв были получены значения, распределенные по нормальному закону, сН:

316, 338, 306, 322, 349, 331, 327, 312, 321, 330, 311, 324.

Оценить, можно ли исключить максимальное и минимальное значения

При испытании полосок клееного нетканого материала с различным связующим на прочность получили следующие результаты:

$Y1 = 90$  Н,  $S12\{Y1\} = 9$ ,  $n1 = 10$ ,  $Y2 = 75$  Н,  $S22\{Y2\} = 7$ ,  $n2 = 8$ .

Проверить гипотезу  $M\{Y1\} = M\{Y2\}$  при конкурирующей гипотезе  $M\{Y1\} \neq M\{Y2\}$

При исследовании прочности нетканого материала было сделано  $n = 25$  измерений, которые дали среднюю величину прочности  $P = 110$  Н и среднее квадратичное отклонение  $\sigma = 20$  Н. Определить абсолютную  $\epsilon$  и относительную  $\delta$  ошибки измерений и найти такое  $n$ , при котором относительная ошибка  $\delta$  снизилась бы до 2%.

Измерена разрывная прочность двух образцов пряжи, произведенных на разном оборудовании, и получены результаты: средние значения разрывной нагрузки  $Y1 = 220$  Н,  $Y2 = 190$  Н, среднеквадратичные отклонения  $S1\{Y\} = 18$  и  $S2\{Y\} = 15$  при количестве испытаний  $n1 = n2 = 110$ . При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  ( $rd = 0,95$ ) проверить гипотезу  $M\{Y1\} = M\{Y2\}$  при конкурирующей гипотезе  $M\{Y1\} \neq M\{Y2\}$ .

При исследовании разрывной нагрузки пряжи было сделано  $n = 25$  измерений, которые дали среднюю величину разрывной прочности  $P = 11,0$  Н и среднее квадратичное отклонение  $S = 2,0$  Н. Определить абсолютную  $\epsilon$  и относительную  $\delta$  ошибки измерений и найти такое  $n$ , при котором относительная ошибка  $\delta$  снизилась бы до 2%.

## 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

В течение семестра выполняются контрольные работы.

На подготовку отводится 45-60 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>				
Горбунов, А. А., Припадчев, А. Д.	Автоматизированные методы обработки результатов эксперимента	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/78761.html">http://www.iprbookshop.ru/78761.html</a>
Васильева Е. К.	Методы исследований в текстильной и легкой промышленности	СПб.: СПбГУПТД	2018	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018399">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018399</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				

Иванов О. М.	Планирование эксперимента	СПб.: СПбГУПТД	2018	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201815">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201815</a>
Макаров А. Г., Переборова Н. В., Егорова М. А.	Научные принципы и методы исследований	СПб.: СПбГУПТД	2016	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3267">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3267</a>
Иванов О. М.	Методы обработки результатов эксперимента. Курсовая работа	СПб.: СПбГУПТД	2015	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2225">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2225</a>
Иванов О. М.	Методы обработки результатов эксперимента. Лабораторные работы	СПб.: СПбГУПТД	2012	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1122">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1122</a>
Иванов О. М., Ульянов А. В., Михайлов Б. С.	Методы обработки результатов измерений. Предварительный эксперимент	СПб.: СПбГУПТД	2017	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201744">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201744</a>

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

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.2.75.6](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6)

2. База данных исследований Центра стратегических разработок [Электронный ресурс]. URL: <https://www.csr.ru/issledovaniya/>

3. Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scopus.com>

4. Портал для официального опубликования стандартов Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]. URL: <http://standard.gost.ru/wps/portal/>

5. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

6. Электронно-библиотечная система СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://publish.sutd.ru/>

7. Материалы Информационно-образовательной среды заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: [http://sutd.ru/studentam/extramural student/](http://sutd.ru/studentam/extramural_student/)

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Программа для ЭВМ «Автоматизированное проектирование рисунков переплетений ремизных тканей»

Microsoft Office Standart Russian Open No Level Academic

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

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

Аудитория	Оснащение
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду