

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

« 29 » июня \_\_\_\_\_ 2021 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.33**

Основы моделирования технологических процессов

Учебный план: 2021-2022\_29.03.02\_РИНПО\_ ЗАО\_Проектир, техн и худ оформ текстил изделий  
№1-3-5.plx

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

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

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.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
3	УП	4	4	28	1	
	РПД	4	4	28	1	
4	УП	4	4	38	26	Экзамен
	РПД	4	4	38	26	
Итого	УП	8	8	66	26	
	РПД	8	8	66	26	

Санкт-Петербург  
2021

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, Директор института \_\_\_\_\_

Иванов Олег Михайлович

доктор технических наук, Профессор \_\_\_\_\_

Михайлов Борис  
Сергеевич

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 методов создания математических моделей технологических процессов на основе проведенных экспериментальных исследований, а также происходящих при этом физических процессов.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Обеспечить необходимую подготовку бакалавра к его профессиональной деятельности
- Рассмотреть способы создания моделей технологических процессов в прядении, технологии нетканых материалов и т.д. на основе проведенных экспериментальных исследований
- Научить методам разработки моделей технологических процессов текстильной промышленности на основе экспериментальных данных с использованием вычислительной техники
- Обучить основам анализа моделей технологических процессов на предмет определения их адекватности реальным экспериментальным данным

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Методы обработки результатов измерений

Производственная практика (научно-исследовательская работа)

Математика

Прикладная математика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПК-1: Способен решать вопросы профессиональной деятельности на основе естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования**

**Знать:** Основные способы получения моделей технологических процессов на основе экспериментальных исследований и анализа происходящих механических и физических взаимодействий.

**Уметь:** Выбирать необходимые методы для получения моделей технологических процессов на основе экспериментальных данных.

**Владеть:** Навыками работы с программными средствами для построения моделей технологических процессов.

**ОПК-8: Способен использовать аналитические модели при расчете технологических параметров, параметров структуры, свойств текстильных материалов и изделий**

**Знать:** Методы построения линейных и нелинейных моделей технологических процессов, основные способы получения моделей технологических процессов.

**Уметь:** Использовать методы классического эксперимента и эксперимента с факторным планированием для построения моделей технологических процессов  
Применять математические методы для получения физических и эмпирических моделей, описывающих технологические процессы производства различных материалов.

**Владеть:** Навыками получения линейных и нелинейных моделей технологических процессов на основе результатов проведенного эксперимента.  
Навыками выбора математической зависимости и расчета эмпирических коэффициентов модели с применением вычислительной техники.

### 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. Общие вопросы моделирования технологических процессов	3				
Тема 1. Общие вопросы методологии моделирования. Этапы моделирования. Методы (теоретические, экспериментальные) получения математических моделей		1		6	ИЛ
Тема 2. Методы выбора значимых факторов для построения моделей технологических процессов. Практическая работа 1: Выбор значимых факторов на основе экспертного опроса.		1	1	7	
Тема 3. Построение моделей процессов на основе эксперимента с факторным планированием для двух факторов на двух уровнях. Практическая работа 2: Выбор значимых факторов на основе проведения эксперимента с факторным планированием для двух факторов.		1	1	7	
Тема 4. Построение моделей процессов на основе эксперимента с факторным планированием для трех факторов на двух уровнях. Практическая работа 3: Выбор значимых факторов на основе проведения эксперимента с факторным планированием для трех факторов. Практическая работа 4: Получение регрессионной модели на основе эксперимента с факторным планированием. Оценка значимости коэффициентов и адекватности модели.		1	2	8	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		4	4	28	
Консультации и промежуточная аттестация - нет	0				
Раздел 2. Построение эмпирических моделей процессов на основе экспериментальных исследований	4				
Тема 5. Экспериментальные методы получения моделей технологических процессов. Математическое планирование эксперимента.		1		7	ИЛ
Тема 6. Методы определения коэффициентов линейной эмпирической зависимости. Проверка адекватности полученной модели. Практическая работа 5: Определение коэффициентов линейной эмпирической зависимости на основе экспериментальных данных различными способами. Практическая работа 6: Проверка адекватности полученной эмпирической модели.		1	1	7	

Тема 7. Определение коэффициентов для квадратичной эмпирической зависимости. Практическая работа 7: Определение коэффициентов квадратичной эмпирической зависимости на основе экспериментальных данных различными способами. Практическая работа 8: Проверка адекватности полученной квадратичной эмпирической модели.		0,5	1	7	
Тема 8. Определение коэффициентов нелинейных эмпирических зависимостей. Практическая работа 9: Определение коэффициентов нелинейной эмпирической зависимости на основе экспериментальных данных. Практическая работа 10: Проверка адекватности полученной нелинейной эмпирической модели.		1	1	9	
Тема 9. Использование возможностей программы «Excel» для выбора вида математической функции для построения модели и определения численных значений коэффициентов. Практическая работа 11: Построение нелинейной модели и определение численных значений коэффициентов с использованием программы «Excel».		0,5	1	8	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		4	4	38	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		19,5		6,5	
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		35,5		72,5	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 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-8	<p>Описывает аналитические методы выбора значимых факторов и способы построения линейных и нелинейных моделей на основе результатов проведенных исследований.</p> <p>Применяет вычислительную технику для расчета эмпирических коэффициентов линейных и нелинейных моделей, получаемых при исследовании технологических процессов. Оценивает адекватность полученных моделей.</p> <p>Строит модели технологических процессов на основе проведения экспериментальных исследований.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования.</p> <p>Практико-ориентированные задания.</p>
ОПК-1	<p>Описывает методы отбора значимых факторов для построения эмпирических моделей технологических процессов. Способы получения моделей на основе экспериментальных данных.</p> <p>Выбирает и применяет технические средства для определения количественных характеристик наиболее значимых параметров технологических процессов.</p> <p>Строит модели технологических процессов на основе общеинженерных знаний и проведенных экспериментальных</p>	<p>Вопросы для устного собеседования.</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)	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основ методов моделирования. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условий задачи, владеет навыками выбора метода решения. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.	
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основ моделирования технологических процессов, усвоил основную литературу, допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.	
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме, при этом допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя, не может сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Попытка списывания, использование неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	

**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 3	
1	Этапы моделирования. Методы (теоретические, экспериментальные) получения математических моделей.
2	Математическое планирование эксперимента.
3	Выбор факторов, оказывающих наибольшее влияние на эффективность технологического процесса, на основе факторного анализа.
4	Получение регрессионной модели технологического процесса на основе результатов эксперимента с факторным планированием.
5	Определение значимости коэффициентов регрессии.
6	Факторный эксперимент $2^2$ . Оценка влияния факторов. Построение модели.
7	Факторный эксперимент $2^3$ . Определение значимых факторов. Построение регрессионной модели.
8	Дробный факторный эксперимент.
9	Определение адекватности полученного регрессионного уравнения.
10	Применение экспертного анализа для выбора значимых факторов при построении модели процесса.
11	Оценка степени влияния факторов при проведении эксперимента с факторным планированием.
Курс 4	
12	Методы поиска коэффициентов эмпирической зависимости.

13	Расчет коэффициентов линейной зависимости с использованием различных приближений на основе результатов экспериментальных исследований
14	Выбор вида нелинейной модели технологического процесса на основе результатов эксперимента.
15	Функциональные шкалы и их применение при построении нелинейной зависимости. Выбор вида нелинейной модели и линеаризация исходной зависимости
16	Получение нелинейных однофакторных регрессионных моделей, преобразуемых в линейные, на основе экспериментальных данных
17	Определение коэффициентов квадратичной эмпирической модели на основе результатов эксперимента
18	Экспериментальные методы получения моделей технологических процессов.
19	Определение коэффициентов нелинейной модели на основе экспериментальных данных.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

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

1. В результате эксперимента получены следующие данные:

$x_i$  3 5 7 9 11

$y_i$  11,1 16,8 19,8 26,3 29,2

Определить коэффициенты линейной зависимости в виде  $y = d_0 + d_1(x - x_{cp})$ . Построить график зависимости, включающий расчетную прямую и экспериментальные данные.

2. При анализе экспериментальных данных, приведенных в таблице,

$x_i$  4 6 8 10 12

$y_i$  15,54 23,52 27,7 36,8 40,88

получено 3 варианта линейной зависимости вида  $y = d_0 + d_1(x - x_{cp})$  с разными коэффициентами.

$d_0$   $d_1$

1 27,8 3,4

2 29,4 3,1

3 28,9 3,2

Выбрать функцию наилучшим образом, описывающую экспериментальные данные и обосновать выбор.

3. При анализе экспериментальных данных, приведенных в таблице

$x_i$  2 2,5 3 3,5 4

$y_i$  8,4 12,9 16,1 22,8 27,2

получено 3 варианта квадратичной зависимости вида  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$  с разными коэффициентами.

$a_0$   $a_1$   $a_2$

1 2,85 3,91 0,98

2 3,00 3,82 0,94

3 3,2 3,75 0,89

Выбрать функцию наилучшим образом, описывающую экспериментальные данные и обосновать выбор.

## 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.

## 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>				

Иванов О.М., Бабина Н.А.	Основы моделирования технологических процессов	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2021	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2021158">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2021158</a>
Белов, П. С.	Математическое моделирование технологических процессов	Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН»	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/43395.html">http://www.iprbookshop.ru/43395.html</a>
Примаченко Б. М.	Моделирование технологических процессов и материалов (Детерминированные модели)	СПб.: СПбГУПТД	2012	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1263">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1263</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Иванов О. М., Михайлов Б. С.	Моделирование технологических процессов текстильного производства	СПб.: СПбГУПТД	2013	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1279">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1279</a>

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

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Электронно-библиотечная система СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://publish.sutd.ru/>
3. Журнал «Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности» <http://journal.prouniver.ru/tp/>
4. Журнал «Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности» <https://ttp.ivgpru.com/>
5. Материалы Информационно-образовательной среды заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: [http://sutd.ru/studentam/extramural student/](http://sutd.ru/studentam/extramural%20student/)

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows Professional (Pro – профессиональная) Russian Upgrade Open No Level Academic

## 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