

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.01**

Моделирование технологических процессов

Учебный план: 2022-2023 29.04.02 ИТМ Техн трикотажа ОО №2-1-33.plx

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

Направление подготовки:  
(специальность) 29.04.02 Технологии и проектирование текстильных изделий

Профиль подготовки: Технология трикотажа  
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
1	УП	17	17	34	49	27	4	Экзамен
	РПД	17	17	34	49	27	4	
Итого	УП	17	17	34	49	27	4	
	РПД	17	17	34	49	27	4	

Санкт-Петербург  
2022

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 29.04.02 Технологии и проектирование текстильных изделий, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.09.2017 г. № 965

Составитель (и):

доктор технических наук, Директор института текстиля и моды

\_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_

Труевцев Алексей Викторович

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 освоения основных принципов анализа различных технологических процессов прядения и производства нетканых материалов на базе проведения экспериментальных исследований, а также происходящих при этом физических процессов.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Обеспечить необходимую подготовку магистра к его профессиональной деятельности
- Рассмотреть способы создания моделей технологических процессов в прядении, технологии нетканых материалов и т.д. на основе анализа свойств сырьевых компонентов и физических процессов протекающих при реализации технологии
- Научить методам разработки моделей технологических процессов текстильной промышленности в зависимости от характеристик сырья и режимов работы оборудования 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:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования: математика, физика, методы обработки результатов измерений, планирование эксперимента.

Информационные технологии в производстве и проектировании текстильных изделий

Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОПК-1: Способен анализировать и генерировать новые знания, методы анализа и моделирования технологических процессов производства текстильных материалов и изделий

**Знать:** Методы моделирования технологических процессов текстильного производства: выбор основных факторов, оценка влияния факторов, построение линейных и нелинейных 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 с целью определения взаимосвязи свойств сырья и технологических режимов работы оборудования с характеристиками материала

**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 для определения эффективных режимов эксплуатации оборудования

### ОПК-4: Способен участвовать в разработке прикладных программ при решении задач проектирования текстильных материалов, изделий и технологий их изготовления

**Знать:** теоретические основы проведения исследовательских работ, направленных на получение математических моделей;

методы определения значимых факторов, влияющих на характеристики получаемой продукции, основные способы получения моделей технологических процессов

**Уметь:** использовать методы классического эксперимента и эксперимента с факторным планированием для построения моделей технологических процессов;

выбирать факторы, определяющие поведение изучаемого объекта в данном технологическом процессе, их уровни и интервалы варьирования. Определять коэффициенты регрессионных моделей

**Владеть:** навыками получения линейных и нелинейных моделей технологических процессов на основе результатов проведенного эксперимента;

навыками работы с программными средствами для выбора факторов и построения эмпирических моделей технологических процессов

**ОПК-8: Способен разрабатывать теоретические модели, позволяющие прогнозировать свойства текстильных материалов, изделий и технологии их изготовления**

**Знать:** теоретические основы проведения исследовательских работ направленных на получение математических моделей;

методы определения значимых факторов, влияющих на характеристики получаемой продукции, основные способы получения моделей технологических процессов

**Уметь:** использовать методы классического эксперимента и эксперимента с факторным планированием для построения моделей технологических процессов;

выбирать факторы, определяющие поведение изучаемого объекта в данном технологическом процессе, их уровни и интервалы варьирования. Определять коэффициенты регрессионных моделей

**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 для определения эффективных режимов эксплуатации оборудования

### 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)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Общие вопросы методологии моделирования	1						Л
Тема 1. Общие вопросы методологии моделирования. Этапы моделирования. Методы (теоретические, экспериментальные) получения математических моделей Лабораторная работа 1: Обработка результатов экспертного опроса при выборе наиболее значимых факторов для получения эмпирической модели. Лабораторная работа 2: Выбор факторов, оказывающих наибольшее влияние на эффективность технологического процесса, на основе результата эксперимента с факторным планированием.		2	3	4	5	ИЛ	
Тема 2. Экспериментальные методы получения моделей технологических процессов. Математическое планирование эксперимента Практическая работа 1: Получение регрессионной модели технологического процесса на основе результатов эксперимента с факторным планированием. Лабораторная работа 3: Расчет коэффициентов линейной зависимости с использованием различных приближений на основе результатов экспериментальных исследований. Лабораторная работа 4: Выбор коэффициентов нелинейной регрессионной модели технологического процесса с использованием функциональных шкал.		2	4	12	6	ИЛ	

<p>Тема 3. Методы определения коэффициентов эмпирической зависимости. Получение моделей на основе анализа физических закономерностей процесса.</p> <p>Практическая работа 2: Расчёт прочности иглопробивного нетканого материала в зависимости от плотности прокалывания и линейной плотности волокон.</p> <p>Практическая работа 3: Исследование процесса сушки рулонного нетканого материала с помощью цилиндрических ИК-излучателей.</p> <p>Лабораторная работа 5: Выбор коэффициентов одно-мерной аналитической нелинейной модели процесса флокирования на основе экспериментальных данных.</p> <p>Лабораторная работа 6: Выбор коэффициентов многомерной аналитической нелинейной модели процесса прядения на основе экспериментальных данных.</p> <p>Лабораторная работа 7: Аналитическая модель процесса сушки рулонных текстильных материалов с использованием цилиндрических ИК-излучателей</p>	2	4	12	6	ИЛ	
<p>Тема 4. Детерминированное описание процессов преобразования волокнистых продуктов. Примеры: моделирование процессов транспортировки материала и ложного кручения на основе дифференциальных уравнений (получаемых методом составления баланса).</p> <p>Практическая работа 4: Анализ амплитудно-частотных характеристик чесальных машин.</p> <p>Лабораторная работа 8: Получение многомерной линейной модели на основе результатов эксперимента с использованием метода наименьших квадратов.</p> <p>Лабораторная работа 9: Моделирование процесса транспортировки материала на основе дифференциальных уравнений.</p>	2	4	6	7	ИЛ	
<p>Раздел 2. Моделирование линейных систем</p>						
<p>Тема 5. Линейные системы. Передаточная функция. Амплитудно – частотная характеристика линейной системы. Этапы её получения</p>	2			6	ИЛ	
<p>Тема 6. Получение АЧХ для процесса транспортировки материала, линеаризация модели, описывающей изменение деформации материала</p>	1			5	ИЛ	О
<p>Тема 7. Типовые операторы и их характеристики. Приведение сложных систем на примерах преобразования линейной плотности волокнистого материала на чесальных машинах.</p> <p>Лабораторная работа 10: Влияние распрямленности волокон на неровноту гипотетического продукта (ленты)</p>	2	2		5	ИЛ	

Раздел 3. Вероятностное описание процессов							
Тема 8. Вероятностное описание процессов преобразования волокнистых продуктов. Случайные процессы	2			4	ИЛ	0	
Тема 9. Имитационное моделирование процессов. Этапы решения задачи (алгоритм) с использованием метода Монте-Карло.	2			5	ИЛ		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	17	34	49			
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5			24,5			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	70,5			73,5			

#### 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-1	<p>Описывает необходимые этапы проведения исследований для получения моделей определяющих взаимосвязь свойств исходных компонентов и режимов процесса с характеристиками получаемой продукции.</p> <p>Выполняет построения линейных и нелинейных зависимостей при создании моделей технологических процессов с использованием статистических и аналитических методов и методов факторного анализа.</p> <p>Применяет компьютерные программы для получения линейных и нелинейных моделей технологических процессов на основе результатов проведенного эксперимента.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования.</p> <p>Практико-ориентированное задание.</p>
ОПК-4	<p>Разрабатывает прикладные программы для расчета технологических параметров и характеристик получаемой продукции для проектирования текстильных материалов, изделий и технологий их изготовления.</p> <p>Проводит необходимые расчеты на основе созданных программ для прогнозирования свойств получаемых материалов.</p> <p>Работает с программными средствами для выбора факторов и построения эмпирических моделей технологических процессов.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования.</p> <p>Практико-ориентированное задание.</p>
ОПК-8	<p>Осуществляет выбор критериев, определяющих качество получаемого материала, выбирает факторы процесса (свойства сырья и режимы эксплуатации оборудования), влияющие на выбранные критерии.</p> <p>Разрабатывает модель на основе анализа технологического процесса и результатов эксперимента.</p> <p>Выполняет построения линейных и нелинейных зависимостей при создании моделей технологических процессов с использованием статистических и аналитических методов и методов факторного анализа.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования.</p> <p>Практико-ориентированное задание.</p>

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает	

	<p>всестороннее и глубокое знание основ методов моделирования.</p> <p>Обучающийся демонстрирует правильное понимание условий задачи, владеет навыками выбора метода решения. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.</p>	
4 (хорошо)	<p>Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основ моделирования процессов, усвоил основную литературу, допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или незначительные ошибки.</p>	
3 (удовлетворительно)	<p>Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме, при этом допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя. Испытывает затруднения при их устранении, даже под руководством преподавателя.</p>	
2 (неудовлетворительно)	<p>Обучающийся допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Обучающийся не может сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Попытка списывания, использование неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.</p>	

## 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 1	
1	Этапы моделирования. Методы (теоретические, экспериментальные) получения математических моделей.
2	Экспериментальные методы получения моделей технологических процессов. Математическое планирование эксперимента. Поиск коэффициентов эмпирической зависимости.
3	Теоретические методы получения моделей технологических процессов.
4	Детерминированное описание процессов преобразования волокнистых продуктов.
5	Выбор факторов, оказывающих наибольшее влияние на эффективность технологического процесса, на основе результата экспертного опроса.
6	Получение регрессионной модели технологического процесса на основе результатов эксперимента с факторным планированием.
7	Расчет коэффициентов линейной зависимости с использованием различных приближений на основе результатов экспериментальных исследований.
8	Выбор коэффициентов нелинейной регрессионной модели технологического процесса с использованием различных методов приближения.
9	Выбор коэффициентов одномерной аналитической нелинейной модели процесса флокирования на основе экспериментальных данных.
10	Выбор коэффициентов многомерной аналитической нелинейной модели процесса прядения на основе экспериментальных данных.
11	Получение многомерной линейной модели на основе результатов эксперимента с использованием метода наименьших квадратов.



12	Определение коэффициентов многомерной квадратичной модели технологического процесса на основе результатов эксперимента.
13	Выбор вида и коэффициентов многомерной нелинейной эмпирической модели технологического процесса на основе экспериментальных данных.
14	Передаточная функция. Амплитудно – частотная характеристика линейной системы. Этапы её получения.
15	Вероятностное описание процессов преобразования волокнистых продуктов.
16	Имитационное моделирование процессов. Этапы решения задачи (алгоритм) с использованием метода Монте-Карло.
17	Функциональные шкалы и их применение при построении нелинейной зависимости. Выбор вида нелинейной модели и линеаризация исходной зависимости.
18	Получение нелинейных однофакторных регрессионных моделей, преобразуемых в линейные, на основе экспериментальных данных.
19	Определение адекватности полученного регрессионного уравнения. Определение значимости коэффициентов регрессии и их доверительных интервалов.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Тестовые задания не предусмотрены.

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

1. С использованием методов факторного анализа оценить степень влияния плотности прокалывания (см-2), поверхностной плотности холста (г м-2) и доли отходов в холсте (%) на прочность материала на основе данных выданных преподавателем.

2. С использованием методов факторного анализа оценить степень влияние поверхностной плотности холста (г м-2), плотности прокалывания (см-2) и вида волокна на воздухопроницаемость фильтра (мЗмин-1) на основе данных выданных преподавателем.

3. Построить линейные регрессионные модели процесса с использованием различных критериев приближения и, оценив степень их адекватности, выбрать модель, наилучшим образом описывающую экспериментальные данные. Работу провести на основе данных, выданных преподавателем.

4. Определить эмпирические коэффициенты модели процесса на основе полученных экспериментальных результатов. Работа выполняется на основе данных, предложенных преподавателем.

5. Построить нелинейную эмпирическую модель с использованием программных средств «Excel». Исходные данные выдает преподаватель.

## 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

- Возможность пользоваться справочными материалами, калькулятором.
- Время на подготовку ответа не более 45 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>				
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>				
Михайлов Б.С.	Моделирование технологических процессов. Построение динамических моделей технологических процессов	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2021	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2021156">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2021156</a>
Иванов О.М., Михайлов Б.С., Бабина Н.А.	Моделирование технологических процессов	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020321">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020321</a>
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. ЭБС IPRbooks <http://www.iprbooksshop.ru>
2. <http://publish.sutd.ru/>
3. Журнал «Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности» <http://journal.prouniver.ru/tlp/>
4. Журнал «Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности» <https://ttp.ivgpu.com/>

## 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  
MicrosoftOfficeProfessional

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

1. Компьютерный класс.
2. Видеопроектор с экраном.

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