

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Направление 29.03.02 Технологии и проектирование текстильных изделий

**Профиль Технологии цифрового проектирования композиционных
материалов**

Квалификация выпускника: Бакалавр

**Кострома
2024**

Рабочая программа дисциплины Моделирование и оптимизация технологических процессов разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 29.03.02 Технологии и проектирование текстильных изделий"№ 963 от 22.09.2017

Разработал: Богатырева М.С., к.т.н., доцент

Рецензенты: Гречухин А.П., д.т.н.

ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

Заведующий кафедрой Технологии и проектирования тканей и трикотажа:

Сокова Галина Георгиевна, д.т.н., доцент

Протокол заседания кафедры № 8 от 10.05.2024 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: Формирование теоретических знаний и навыков практического применения современных методов моделирования и оптимизации для организации и управления технологическими процессами

Задачи дисциплины:

- систематизация знаний в области экспериментальных исследований свойств текстильных материалов и моделировании технологических процессов;
- изучение современных методов оптимизации технологических процессов текстильного производства;
- освоение приемов решения практических задач по оптимизации технологических процессов текстильного производства и анализа полученных результатов.
- профессионально-трудовое воспитание обучающихся посредством содержания дисциплины и актуальных воспитательных технологий.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

освоить компетенции:

ОПК-7. Способен применять методы оптимизации технологических процессов производства текстильных материалов и изделий с учетом требования потребителя.

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

Код и содержание индикаторов компетенции:

И.ОПК-7.1 Знать основные потребительские свойства материалов и изделий и нормативные требования к ним; основные методы оптимизации; базовые технологические процессы производства текстильных материалов и изделий различного назначения.

И.ОПК-7.2 Уметь использовать методы оптимизации при реализации современных технологических процессов производства.

И.ОПК-7.3 Владеть методикой оптимизации технологии производства текстильных материалов и изделий.

И.ОПК-8.1 Знать методику расчета технологических параметров, параметров структуры, свойств текстильных материалов и изделий различного назначения.

И.ОПК-8.2 Уметь использовать аналитический аппарат проектирования технологических параметров, параметров структуры, свойств текстильных материалов и изделий.

И.ОПК-8.3 Владеть методами расчета технологических параметров, параметров структуры, свойств текстильных материалов и изделий.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана. Изучается в 5 и 6 семестрах обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах/практиках: Технология текстильных материалов, Теория вероятности и математическая статистика в профессиональной деятельности.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик:

Цифровое моделирование и проектирование материалов с заданными свойствами.

4. Объем дисциплины

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Общая трудоемкость в зачетных единицах	7	-	-
Общая трудоемкость в часах	256	-	-
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	112	-	-
Лекции	48	-	-
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные занятия	64	-	-
Практическая подготовка	-	-	-
Самостоятельная работа в часах	137.4	-	-
Форма промежуточной аттестации	Экзамен, зачет	-	-

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Лекции	48	-	-
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные занятий	64	-	-
Консультации	2	-	-
Зачет/зачеты	0,25	-	-
Экзамен/экзамены	0,35	-	-
Курсовые работы	-	-	-
Курсовые проекты	-	-	-
Практическая подготовка	-	-	-
Всего	114,6	-	-

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
Семестр 5						
1	Моделирование технологических процессов					
1.1	Общие вопросы методологии моделирования.	9.65	2	-	2	5.65
1.2	Детерминированные модели технологических процессов.	36	8	-	8	20
1.3	Имитационно-статистическое моделирование	36	8	-	8	20
1.4	Планирование машинных экспериментов.	24	6	-	6	12

1.5	Моделирование механических свойств текстильных изделий.	36	8	-	8	20
	Экзамен	2,35	-	-	-	-
	Итого:	144	32	-	32	77,65
Семестр 6						
2	Виды оптимизационных задач и методы их решения					
2.1	Аналитические методы определения оптимума	27	4	-	8	15
2.2	Численные методы многомерной безусловной оптимизации	38	6	-	12	20
2.3	Оптимизационные задачи линейного программирования в текстильной промышленности	27	4	-	8	15
2.4	Нелинейное программирование и оптимизационные задачи специального вида	15,75	2	-	4	9,75
2.5	Зачет	0,25	-	-	-	-
	Итого:	108	16	-	32	59,75

5.2. Содержание:

1. Моделирование технологических процессов

1.1 Общие вопросы методологии моделирования.

Введение. Задачи курса.. Модели и методы моделирования. Теория подобия. Процесс моделирования. Основные виды моделирования. Классификация математических моделей. Порядок решения задач моделирования с использованием ЭВМ.

1.2. Детерминированные модели технологических процессов.

Понятие алгоритмов, алгоритмы математических моделей, программирование. Математическое описание процессов. Выбор факторов и выходных параметров модели. Проверка адекватности моделей.

1.3. Имитационно-статистическое моделирование

Основные элементы имитационно-статистического моделирования. Переменные и параметры ИСМ. Генерация случайных величин. Понятие ГПСЧ, мультипликативные алгоритмы, качество ПСЧ, моделирование случайных величин с заданным законом распределения, системное время, верификация модели. Общая схема машинного эксперимента для ИСМ.

1.4. Планирование машинных экспериментов. Виды планов. Планирование машинных экспериментов на основе ИСМ натяжных устройств текстильного оборудования. Выбор факторов и выходных параметров модели. Получение регрессионных уравнений и построение поверхностей отклика.

1.5. Моделирование механических свойств текстильных изделий. Математические модели технологических процессов в приготовлении. Математическая модель образования натяжения основы и ткани на ткацком станке. Моделирование основных параметров упругой заправки ткацкого станка. Методы определения жесткости нити.

2. Виды оптимизационных задач и методы их решения

Понятие о критериях оптимальности. Виды оптимизационных задач. Примеры некоторых типов

оптимизационных задач.

1.1. Аналитические методы определения оптимума Аналитические методы определения оптимума в задачах безусловной одномерной оптимизации. Аналитические методы определения оптимума в задачах безусловной многомерной оптимизации.

1.2. Численные методы многомерной безусловной оптимизации Понятие математического программирования. Геометрическая интерпретация целевой функции и ограничений оптимизационной задачи. Сущность алгоритмов численных методов, их виды и эффективность. Метод конфигураций, метод сопряженных направлений, симплекс метод. Численные методы первого порядка. Метод наискорейшего спуска, метод градиентного поиска, метод сопряженных градиентов

1.3. Оптимизационные задачи линейного программирования в текстильной промышленности. Их алгебраические и геометрические свойства. Двойственная задача линейного программирования. Основные понятия. Практическое применение двойственной задачи оптимизации.

1.4. Нелинейное программирование и оптимизационные задачи специального вида. Геометрический смысл и особенности задач нелинейного программирования, графоаналитический метод решения задач нелинейного программирования. Оптимизационные задачи нелинейного программирования с ограничениями типа линейных неравенств. Особенности и методы решения. Оптимизационные задачи нелинейного программирования с ограничениями равенствами. Особенности и методы решения. Обобщенный метод множителей Лагранжа.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Моделирование технологических процессов	-	77,65	-	-
1.1	Общие вопросы методологии моделирования.	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе.	5.65	-	Отчет
1.2	Детерминированные модели технологических процессов.	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе.	20	-	Отчет
1.3	Имитационно-статистическое моделирование	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе.	20	-	Отчет
1.4	Планирование машинных экспериментов.	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе.	12	-	Отчет
1.5.	Моделирование	Изучение	20	-	Отчет

	е механических свойств текстильных изделий.	лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе			
2	Виды оптимизационных задач и методы их решения		59,75	-	
2.1	Аналитические методы определения оптимума	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе.	15	-	Отчет
2.2	Численные методы многомерной безусловной оптимизации	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе.	20	-	Отчет
2.3	Оптимизационные задачи линейного программирования в текстильной промышленности	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе.	15	-	Отчет
2.4	Нелинейное программирование и оптимизационные задачи специального вида	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе.	9.75	-	Отчет

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

Раздел 1.

1. Моделирование работы основного регулятора.
2. Моделирование натяжения основных нитей создаваемое основным регулятором.
3. Построение ГПСЧ, оценка качества ПСЧ, моделирование случайных величин с нормальным законом распределения.
4. Детерминированная математическая модель шайбового натяжного устройства.
5. ИСМ натяжения нити в шайбовом натяжном устройстве.
6. Планирование машинных экспериментов.
7. Моделирование процесса зевобразования.
8. Прогнозирование обрывности основных нитей в ткачестве.
9. Моделирование процесса прокладывания утка пневморепирным способом.
10. Моделирование натяжения нити при движении ее по рабочим органам текстильного оборудования и относительно друг друга.
11. Анализ вязкоупругих свойств льняной пряжи.

12. Моделирование процесса шлихтования с использованием теории наследственной вязкоупругости.

13. Обратные релаксационные процессы .

14. Релаксационные процессы в системе заправки ткацкого станка

15. Экспериментальные методы проведения релаксационных процессов в нитях основы на ткацком станке

16. Экспериментальные методы проведения релаксационных процессов в нитях утка на ткацком станке.

Раздел 2.

1. Аналитические методы определения оптимума в задачах безусловной одномерной оптимизации

2. Аналитические методы определения оптимума в задачах безусловной многомерной оптимизации

3. Численные методы многомерной безусловной оптимизации: метод конфигураций, метод сопряженных направлений, симплекс метод.

4. Численные методы первого порядка: метод наискорейшего спуска, метод градиентного поиска, метод сопряженных градиентов

5. Численные методы второго порядка: метод Ньютона, метод переменной метрики.

6. Оптимизационные задачи линейного программирования в текстильной промышленности, их алгебраические и геометрические свойства

7. Двойственная задача линейного программирования и ее применение

8. Нелинейное программирование, геометрический смысл и особенности задач нелинейного программирования, графоаналитический метод решения задач нелинейного программирования

9. Оптимизационные задачи нелинейного программирования с ограничениями типа линейных неравенств

10. Оптимизационные задачи нелинейного программирования с ограничениями равенствами. Обобщенный метод множителей Лагранжа

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Наименование	Количество/ссылка на электронный ресурс
<i>а) основная:</i>		
1	Смирнов, Г.В. Моделирование и оптимизация объектов и процессов [Электронный ресурс]: учеб.пособие для магистрантов / Г.В. Смирнов. - Томск : ТУСУР, 2016. - 216 с. : ил. - Библиогр. в кн. – Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480963	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480963
2	Цирлин, А.М. Методы оптимизации для инженеров [Электронный ресурс]: моногр. / А.М. Цирлин. - Москва; Берлин :Директ-Медиа, 2015. - 214 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-4475-5983-0. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427334	http://urss.ru/PDF/add_ru/159402-1.pdf
3	Пантелеев А.В., Летова Т.А.Методы оптимизации в примерах и задачахМ.: Высшая школа, 2002.	6
<i>б) дополнительная:</i>		
4	Богатырева, М.С. и др. Оптимизация технологических процессов : лаб. практикум / М.С. Богатырева, В. В. Лазарев, М. Н. Ерохова. - Кострома: КГТУ, 2009. - 58 с. - ISBN 978-5-8285-0474-9	39
5	Богатырева, М.С. Оптимизация технологических процессов : учеб.-метод. пособие в 2-х Ч.1: Линейное программирование / М.С. Богатырева. - Кострома: КГТУ, 2012. - 15 с.: рис. 10	10

№ п/п	Наименование	Количество/ссылка на электронный ресурс
6	Богатырева, М.С. Оптимизация технологических процессов : учеб.-метод. пособие: В 2-х ч. Ч. 2: Нелинейное программирование / М.С. Богатырева. - Кострома: КГТУ, 2013. - 16 с.: табл.	1 (ЭБ)
7	Агапов, Д.С. Решение задач оптимизации в различных вычислительных средах: учебное пособие для самостоятельной работы [Электронный ресурс]/ Д.С. Агапов, И.В. Белинская. - Санкт-Петербург :СПбГАУ, 2017. - 74 с. : схем. – Режим допуска: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480388	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480388
8	М.С. Богатырева, М.Н. Ерохова, В. В. Лазарев, Моделирование технологических процессов : лаб. практикум. Кострома: КГТУ, 2011	10

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Информация о курсе дисциплины в СДО:

Элемент «Лабораторные занятия»,

Элемент «Список рекомендуемой литературы»;

Элемент «Промежуточная аттестация»;

Элемент «Обратная связь с обучающимися».

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Библиотека ГОСТов. Все ГОСТы, [Электронный ресурс], URL:<http://vsegost.com/>

1. Электронные библиотечные системы и электронные библиотеки: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka.html>
2. Университетская библиотека ONLINE <https://biblioclub.ru/>
3. Znanium.com <http://znanium.com/>
4. Лань <https://e.lanbook.com/>
5. Электронная библиотека КГУ <http://library.ksu.edu.ru>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

наименование специальных помещений и помещений для самостоятельных работ	оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельных работ	перечень лицензионного программного обеспечения «Реквизит»
учебный корпус «В», ауд. 210 (занятия лекционного семинарского типа, групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	24 рабочих места, доска трехсекционная, экран – 1 штука; мультимедийный проектор – 1 штука, компьютеры – 8 штук; принтер монохромный – 2 штуки	LibreOfficeGNULGPLvstcсвободно распространений офисный пакет с открытым исходным кодом AdobeAcrobatReader бесплатная программа для просмотра документов в формате PDF