

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.10

Оптимизация технологических процессов

Учебный план: ФГОС3++_2021-2022_29.04.02_ИТМ_ОО_Иннов технол в проектир худ и технич текстиля
№2-1-34.plx

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

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

Профиль подготовки: Инновационные технологии в проектировании художественного и
(специализация) технического текстиля

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
2	УП	34	30	46	4	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	34	30	46	4	
Итого	УП	34	30	46	4	
	РПД	34	30	46	4	

Санкт-Петербург
2021

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 _____

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 освоения основных принципов решения задач оптимизации на основании разработанных математических моделей, связанных с различными как уже существующими технологическими процессами, так и с вновь разрабатываемыми технологиями. Для эффективного проведения технологических процессов производства текстильных материалов их необходимо оптимизировать с целью повышения производительности, снижения затрат энергии, трудоемкости и сырья.

1.2 Задачи дисциплины:

- Обеспечить необходимую подготовку магистра к его профессиональной деятельности;
- Научить методам грамотного выбора критериев оптимизации, моделей технологических процессов, ограничений, накладываемых при решении задач оптимизации;
- Освоить математические методы, применяемые для определения оптимальных параметров технологического процесса;
- Обучить методам расчета оптимальных технологических режимов, оптимального состава используемого сырья, эффективной организации производства и т. п. на основе математических моделей технологических процессов.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Моделирование технологических процессов

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

Теория технологических процессов ткачества

Теория технологических процессов производства пряжи и нитей

Теоретические основы технологии нетканых материалов

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-7: Способен использовать экспериментально-статистические методы оптимизации технологических процессов производства текстильных материалов и изделий на базе системного подхода к анализу качества сырья, технологического процесса и требований к конечной продукции
Знать: Основные понятия и принципы решения задач оптимизации технологических процессов
Уметь: Использовать аналитические и численные методы при решении задач оптимизации технологических процессов
Владеть: Навыками поиска оптимальных решений при разработке технологических процессов текстильного производства

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. Методы решения задач оптимизации для функции одной переменной	2					
Тема 1. Понятие об оптимизации; объект оптимизации; Основные понятия задач оптимизации. Управляемые переменные. Ограничения задачи. Целевая функция и критерий оптимизации. Области допустимых решений. Оптимальное решение. Этапы решения задачи оптимизации; виды задач оптимизации технологических процессов.		4		2	ИЛ	
Тема 2. Аналитические методы оптимизации функции одной		2		2		
Тема 3. Численные методы поиска экстремумов функции одной переменной. Метод равномерного поиска. Метод сканирования. Метод поразрядного приближения. Применение метода поразрядного приближения для решения конкретных задач. Практическая работа 1: Построение программы поиска экстремума многомерной функции методом сканирования.		2	2	2		л
Тема 4. Метод дихотомии для поиска экстремума функции одной переменной. Алгоритм его реализации. Применение метода дихотомии для построения программы расчета. Практическая работа 2: Построение программы поиска экстремума функции одной переменной методом дихотомии на заданном интервале для произвольной функции.		2	2	2		
Тема 5. Применение программы «Excel» для решения задач оптимизации. Поиск корней уравнения при решении задач оптимизации. Численные метода поиска корней уравнения.		2		2	ИЛ	
Раздел 2. Методы линейного программирования при решении многомерных задач оптимизации.						
Тема 6. Аналитические методы безусловной оптимизации функции нескольких переменных. Безусловная оптимизация квадратичных многомерных целевых функций.	2	2	2		л	

<p>Тема 7. Методы линейного программирования при решении многомерных задач оптимизации. Решение задач о минимальной стоимости смеси и максимальной прибыли при выпуске продукции различного ассортимента. Практическая работа 3: Подготовка программы для выбора оптимального состава смеси по стоимости методом линейного программирования. Практическая работа 4: Подготовка программы выбора оптимального плана производства пряжи разных артикулов для получения максимальной прибыли.</p>	2	6	2	ИЛ	
<p>Тема 8. Геометрический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Практическая работа 5: Решение задачи по оптимальному составу смеси графическим методом. Практическая работа 6: Решение задачи по оптимальному плану производства текстильных материалов разных артикулов графическим методом.</p>	2	6	2	ИЛ	
<p>Раздел 3. Решение задач нелинейного программирования для многомерных функций</p>					
<p>Тема 9. Поиск экстремумов для квадратичных регрессионных моделей нескольких переменных. Матрица Гессе. Использование критерия Сильвестра для поиска экстремумов. Практическая работа 7: Поиск экстремумов для квадратичных регрессионных моделей нескольких переменных. Матрица Гессе. Использование критерия Сильвестра для поиска экстремумов.</p>	4	2	2	ИЛ	
<p>Тема 10. Численные методы решения задач нелинейного программирования. Метод координатного спуска. Метод градиентного поиска. Метод Ньютона. Практическая работа 8: Численные методы решения задач нелинейного программирования. Метод координатного спуска.</p>	2	4	2	ИЛ	Л
<p>Тема 11. Оптимизационные задачи нелинейного программирования с ограничениями типа линейных неравенств. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Геометрический метод решения задач нелинейного программирования.</p>	4		2		
<p>Тема 12. Методы условной оптимизации многомерной целевой функции. Метод случайного поиска.</p>	2		2		
<p>Раздел 4. Многокритериальные и специальные задачи оптимизации</p>					Л

Тема 13. Многокритериальные задачи оптимизации. Способы выбора комплексных критериев оптимизации. Сравнение результатов при различном выборе комплексного критерия. Примеры решения оптимизационных задач при различном выборе комплексного критерия оптимизации. Практическая работа 9: Решение многокритериальной задачи оптимизации на основе построения комплексного критерия различными способами.		4	2	2	ИЛ
Тема 14. Специальные виды программирования. Диссоциативно-шаговый метод поиска оптимального решения. Метод динамического программирования.			2	2	
Тема 15. Примеры решения конкретных технологических задач оптимизации технологических процессов текстильного производства. Практическая работа 10: Оптимизация параметров выпускаемой пряжи из смеси волокон на основе модели Соловьева. Практическая работа 11: Оптимизация процесса термофиксации рулонного материала с использованием ИК излучателей			6	2	ИЛ
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	34	30	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)		21,5		24,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		89,5		54,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

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

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Курсовая работа относится к оптимизации технологических процессов из области технологии производства текстильных материалов (технология прядения, технология тканей, технология нетканых материалов) на основе существующих математических моделей с заданными ограничениями задачи.

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.

Работа выполняется обучающимся, с использованием компьютера

Результаты представляются в виде отчета. Объем работы должен составлять 10 – 12 стр. и содержать следующие обязательные элементы:

- Описание математической модели технологического процесса, управляемых переменных и критерия оптимизации;
- Обоснование ограничений задачи оптимизации и их обоснование;
- Выбор и обоснование метода численного решения задачи оптимизации для выбранного критерия;
- Блок-схема программы оптимизации;
- Программа оптимизации для выбранного критерия и заданных ограничений задачи;
- Результаты расчетов и анализ полученных результатов.

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	Формулирует значение основных терминов, используемых при решении задач оптимизации. Перечисляет ограничения задач	Вопросы для устного собеседования. Практико-

	<p>оптимизации. Описывает алгоритм решения задач оптимизации.</p> <p>Применяет способы решения задач оптимизации технологических процессов текстильного производства на основе моделей, полученных экспериментальными методами. Использует в качестве ограничений задачи требования к качеству сырья, а в качестве критерия оптимизации - требования к конечной продукции.</p> <p>Строит программы для оптимизации технологических процессов на основе моделей, полученных экспериментально с заданными ограничениями.</p>	ориентированное задание.
--	--	--------------------------

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 оптимизации. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условий задачи, владеет навыками выбора метода решения. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками информации. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемого процесса. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основ оптимизации технологических 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.	Работа выполнена в соответствии с заданием. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями профессиональной области. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место незначительные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы, или нарушены сроки предоставления работы к защите.
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.	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)	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.	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления работы или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора.

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 2	
1	Понятие об оптимизации; объект оптимизации; Основные понятия задач оптимизации. Управляемые переменные. Ограничения задачи.
2	Целевая функция и критерий оптимизации. Области допустимых решений. Оптимальное решение. Этапы решения задачи оптимизации; виды задач оптимизации технологических процессов.
3	Аналитические методы оптимизации функции одной переменной;

4	Численные методы поиска экстремумов функции одной переменной. Метод равномерного поиска. Метод сканирования.
5	Метод поразрядного приближения. Применение метода поразрядного приближения для решения конкретных задач.
6	Метод дихотомии для поиска экстремума функции одной переменной. Алгоритм его реализации. Применение метода дихотомии для построения программы расчета.
7	Поиск корней уравнения при решении задач оптимизации. Численные методы поиска корней уравнения.
8	Аналитические методы безусловной оптимизации функции нескольких переменных.
9	Безусловная оптимизация квадратичных многомерных целевых функций.
10	Методы линейного программирования при решении многомерных задач оптимизации. Решение задач о минимальной стоимости смеси.
11	Методы линейного программирования при решении многомерных задач оптимизации. Решение задач о максимальной прибыли при выпуске продукции различного ассортимента.
12	Геометрический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.
13	Поиск экстремумов для квадратичных регрессионных моделей нескольких переменных. Матрица Гессе. Использование критерия Сильвестра для поиска экстремумов.
14	Численные методы решения задач нелинейного программирования. Метод координатного спуска.
15	Численные методы решения задач нелинейного программирования. Метод градиентного поиска. Метод Ньютона.
16	Оптимизационные задачи нелинейного программирования с ограничениями типа линейных неравенств. Метод неопределенных множителей Лагранжа.
17	Геометрический метод решения задач нелинейного программирования.
18	Методы условной оптимизации многомерной целевой функции. Метод случайного поиска.
19	Многокритериальные задачи оптимизации. Способы выбора комплексных критериев оптимизации.
20	Специальные виды программирования. Диссоциативно-шаговый метод поиска оптимального решения.
21	Специальные виды программирования. Метод динамического программирования.

5.2.2 Типовые тестовые задания

1 Количество критериев оптимизации в задаче может быть:

1 - не более 2-х; 2 - любое количество; 3 - только 1; 4 - не больше числа переменных.

2 Ограничений в задаче оптимизации может быть:

1 - не более 1; 2 - не больше количества переменных; 3 - любое количество;

4 - не менее числа переменных.

3 Допустимое решение задачи оптимизации это:

1 - значения управляемых переменных удовлетворяющих целевой функции;

2 - набор значений управляемых переменных, удовлетворяющих всем ограничениям задачи;

3 - управляемые переменные, дающие экстремальное значение целевой функции;

4 - значения управляемых переменных, обеспечивающих максимальное значение критерия оптимизации.

4 Определить аналитическим методом положение \min функции $f(x) = \cos(\pi x/5)$ на интервале от 1 до 7:

1. $x = 2,5$; 2. $x = \pi/2$; 3. $x = \pi$; 4. $x = 5$.

5 Поиск экстремума целевой функции методом дихотомии заключается:

1 - в последовательном вычислении значений функции и выборе максимального значения;

2 - в определении значения переменной, обеспечивающей равенство 0 производной целевой функции;

3 - в последовательном делении интервала изменения переменной пополам и выборе части, содержащей максимум функции;

4 - в переборе всех значений функции на заданном интервале и выборе наибольшего из них.

6 Завершение вычислений положения максимума по методу дихотомии происходит:

1 - при достижении максимума функции;

2 - при получении интервала, содержащего максимум функции;

3 - при получении размера интервала меньше удвоенного значения погрешности;

4 - при сокращении размера интервала в заданное число раз;

7 Критерий Сильвестра для минимума функции 3-х переменных требует выполнение неравенств:

1 - $\det 1 < 0$, $\det 2 < 0$, $\det 3 < 0$; 2 - $\det 1 > 0$, $\det 2 > 0$, $\det 3 > 0$;

3 - $\det 1 > 0$, $\det 2 < 0$, $\det 3 > 0$; 4 - $\det 1 < 0$, $\det 2 > 0$, $\det 3 < 0$.

8 При оптимизации состава смеси количество компонентов:

1 - не больше 2-х; 2 - не больше 3-х; 3 - не меньше 3-х;

4 - любое количество.

9 В задаче об оптимизации состава смеси в качестве управляемых переменных выбирают:

1 - количество компонентов смеси;

2 - доля волокна в смеси;

3 - технические характеристики волокон смеси;

4 - средние значения параметров волокон в смеси.

10 Экстремум функции $y = 8 + 5x_1 + 15x_2 - 2x_1^2 + 16x_2^2$ находится в точке:

1 - (3; 8); 2 - (-3; 8); 3 - (1,5; 4); 4 - (-1,5; 4);

11 Задача оптимизации функции нескольких переменных будет относиться к задачам линейного программирования:

1 - если целевая функция определена линейной функцией относительно одной из переменных;

2 - если целевая функция и функции ограничения задачи являются линейными относительно управляемых переменных;

3 - если ограничения задачи представляются линейными функциями по каждой из управляемых переменных;

4 - если критерий оптимизации задан в виде нескольких линейных функций по каждой переменной.

12 Оптимизационная задача является нелинейной если:

1 - целевая функция нелинейная;

2 - нелинейны целевая функция и все ограничения;

3 - нелинейны ограничения задачи;

4 - нелинейна целевая функция и/или хотя бы одно ограничение задачи.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. В результате проведения эксперимента получено следующее регрессионное уравнение в кодированных переменных:

$$y = 10,78 - 0,13x_1 + 0,13x_2 + 0,44x_1^2 - 0,13x_2^2$$

y – относительная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс,

x₁ – скорость шляпочного полотна, x₂ – частота вращения съемного барабана.

Уровни варьирования факторов x₁, x₂ приведены в таблице.

Найти оптимальный режим работы чесальной машины, используя аналитический метод определения оптимума.

2. В результате проведения эксперимента получено следующее регрессионное уравнение в кодированных переменных:

y – коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %

x₁ – скорость шляпочного полотна, x₂ – частота вращения съемного барабана.

Уровни варьирования факторов x₁, x₂ приведены в таблице.

Найти оптимальный режим работы чесальной машины, используя аналитический метод определения оптимума.

3. В результате проведения эксперимента получено следующее регрессионное уравнение в кодированных переменных:

y – показатель качества по пасме, x₁ – скорость шляпочного полотна,

x₂ – частота вращения съемного барабана.

Уровни варьирования факторов x₁, x₂ приведены в таблице.

Найти оптимальный режим работы чесальной машины, используя аналитический метод определения оптимума.

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

Время на подготовку ответа 40-45 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Андросова, Г. М., Косова, Е. В.	Моделирование и оптимизация процессов	Омск: Омский государственный технический университет	2017	http://www.iprbookshop.ru/78444.html

Иванов О. М., Михайлов Б. С.	Методы оптимизации технологических процессов текстильной промышленности	СПб.: СПбГУПТД	2011	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=973
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Суздалов Е. Г., Кравец Т. А.	Моделирование и методы оптимизации	СПб.: СПбГУПТД	2018	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018392
Иванов О.М.	Оптимизация технологических процессов. Курсовая работа	СПб.: СПбГУПТД	2019	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019164
Туркина Н. Р.	Методы оптимизации. Контрольные задания	СПб.: СПбГУПТД	2015	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2198

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/tp/>
4. Журнал «Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности» <https://tftp.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

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