

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.В.ДВ.01.01 Компьютерные методы оптимизации в машиностроении

Учебный план: 2021-2022_ФГОС 3+_15.04.02_Компьютерный инжиниринг технологических машин
№2-1-87.plx

Кафедра: **28** Машиноведения

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудование
(специальность)

Профиль подготовки: Компьютерный инжиниринг технологических машин
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
2	УП	17	73,75	0,25	3	Зачет
	РПД	17	73,75	0,25	3	
Итого	УП	17	73,75	0,25	3	
	РПД	17	73,75	0,25	3	

Санкт-Петербург
2021

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.08.2020 г. № 1026

Составитель (и):

кандидат технических наук, Доцент

Анашкина Елена
Владимировна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой машиноведения

Марковец Алексей
Владимирович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Марковец Алексей
Владимирович

Методический отдел: Макаренко С.В.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области компьютерного проектирования машиностроительных изделий с использованием методов оптимизации

1.2 Задачи дисциплины:

- Рассмотреть теоретические принципы решения задачи оптимизации.
- Раскрыть принципы компьютерного проектирования с использованием методов оптимизации.
- Познакомить обучающихся с программным обеспечением, предназначенным для решения задач оптимизации

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Цифровые ресурсы в научных исследованиях

Технологии 3D-моделирования машиностроительных изделий

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен сопровождать жизненный цикл продукции машиностроения

Знать: принципы компьютерного проектирования по методам оптимизации; программное обеспечение для решения задачи компьютерного проектирования по методам оптимизации

Уметь: выбирать аналитические и численные методы при постановке задач оптимизации в процессе математического моделирования машин, приводов, оборудования, систем в машиностроении

Владеть: навыками постановки и решения задачи безусловной оптимизации; постановкой и решением задачи условной оптимизации; навыками работы с использованием программного обеспечения оптимизации в составе систем компьютерной математики

ПК-3: Способен организовывать техническое и методическое руководство проектированием продукции (услуг)

Знать: структуру целевой функции и частные критерии качества, используемые при проектировании исполнительных механизмов привода рабочих органов технологических машин

Уметь: организовать вычисление с использованием систем компьютерной математики частных критериев качества и целевой функции в процессе решения задачи оптимизационного синтеза исполнительных механизмов привода рабочих органов машин

Владеть: навыками оптимизационного синтеза исполнительных механизмов привода рабочих органов технологических машин

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. Основы теории оптимизации. Методы безусловной оптимизации	2					О
Тема 1. Основные понятия и определения. Проектные параметры.		1		8		
Тема 2. Методы и алгоритмы одномерного поиска		1		8		
Тема 3. Градиентные методы поиска		1		8		
Тема 4. Методы и алгоритмы многомерного поиска		1		8	ГД	
Раздел 2. Основы теории оптимизации. Методы условной оптимизации						О
Тема 5. Решение задач оптимизации при наличии ограничений		2		8		
Тема 6. Линейное программирование		1		8	ГД	
Раздел 3. Компьютерные методы решения задачи оптимизации						О
Тема 7. Назначение и возможности пакета Optimization Toolbox системы научных и инженерных расчетов MATLAB. Практическое занятие: Пакет расширения MATLAB Optimization Toolbox. Основные приемы работы, способы задания целевой функции и		1	2	5		
Тема 8. Решение задач безусловной оптимизации в среде MATLAB. Практическое занятие: Функции пакета расширения Optimization Toolbox для решения задач оптимизации без ограничений		1	3	5		
Тема 9. Решение задач условной оптимизации в среде MATLAB. Практическое занятие: Функции пакета расширения Optimization Toolbox для решения задач оптимизации с ограничениями. Многокритериальная оптимизация	2	4	5			
Тема 10. Решение задач поиска корней нелинейных уравнений и их систем методами оптимизации. Решение задач линейного программирования в среде MATLAB. Решения задач на метод наименьших квадратов. Практическое занятие: Функции пакета Optimization Toolbox для решения нелинейных уравнений и их систем, линейного программирования, метода наименьших квадратов	2	4	5			
Тема 11. Примеры решения задач проектирования с использованием методов оптимизации. Практическое занятие: Применение пакета Optimization Toolbox для решения задач проектирования узлов машин и механизмов	4	4	5,75	ГД		

Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	73,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		34,25		73,75		

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
ПК-1	Аргументировано объясняет особенности функций пакета Optimization Toolbox системы научных и инженерных расчетов MATLAB Разрабатывает алгоритм и записывает программный код в среде MATLAB для организации вычислительного процесса при реализации оптимизационного синтеза исполнительного механизма привода рабочих органов машин Использует механизм составления программ для решения задачи безусловной оптимизации в MATLAB; для решения задачи условной оптимизации в MATLAB; и построения графиков, иллюстрирующих решение задачи оптимизации	Перечень вопросов устного собеседования Практико-ориентированное задание
ПК-3	Правильно формулирует основные принципы решения задач безусловной оптимизации, оптимизации при наличии ограничений различного типа Различает задачи безусловной и условной оптимизации; обоснованно выбирает функцию пакета Optimization Toolbox, соответствующую поставленной задаче оптимизации; грамотно строит программу для решения поставленной задачи оптимизации Разрабатывает программу в среде MATLAB и с использованием функций пакета Optimization Toolbox находит оптимальные параметры механизма	Перечень вопросов устного собеседования Практико-ориентированное задание

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся своевременно освоил материал курса на лекциях и лабораторных занятиях. Демонстрирует навыки создания чертежей в системе КОМПАС. При создании геометрии чертежа нет наложения элементов, грамотно проставлены размеры и обозначения, заполнена основная надпись, введены технические требования. При создании чертежа студент демонстрирует навыки изменения масштаба и точки вставки видов (главного, слева, сверху) Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	
Не зачтено	Обучающийся не освоил материал курса на лекциях и практических занятиях. При создании геометрии чертежа имеются наложения элементов, размеры и обозначения проставлены не грамотно, основная надпись заполнена с ошибками, не введены технические требования. Не учитываются баллы, накопленные в	

	течение семестра.	
--	-------------------	--

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	Методы поиска экстремума функционалов и их реализация в MATLAB. Метод перебора
2	Методы поиска экстремума функционалов и их реализация в MATLAB. Метод дихотомии
3	Методы поиска экстремума функционалов и их реализация в MATLAB. Метод золотого сечения
4	Методы поиска экстремума функционалов и их реализация в MATLAB. Случайный поиск
5	Методы поиска экстремума функционалов и их реализация в MATLAB. Случайный поиск с реверсом
6	Методы поиска экстремума функционалов и их реализация в MATLAB. Симлекс метод
7	Методы поиска экстремума функционалов и их реализация в MATLAB. Градиентный метод
8	Методы поиска экстремума функционалов и их реализация в MATLAB. Метод наискорейшего спуска
9	Методы поиска экстремума функционалов и их реализация в MATLAB. Метод Лаврова
10	Методы поиска экстремума функционалов и их реализация в MATLAB. Метод Ньютона-Коши
11	Оптимизация при наличии ограничений типа равенств. Метод исключений
12	Оптимизация при наличии ограничений типа равенств. Метод множителей Лагранжа
13	Оптимизация при наличии ограничений типа равенств. Метод "штрафных функций"
14	Оптимизация при наличии ограничений типа неравенств. Метод множителей Лагранжа
15	Оптимизация при наличии ограничений типа неравенств. Метод Куна-Таккера
16	Линейное программирование. Геометрическая интерпретация основной задачи линейного программирования (ОЗЛП)
17	Основные принципы решения задач безусловной оптимизации с использованием пакета Optimization Toolbox системы научных и инженерных расчетов MATLAB
18	Основные принципы решения задач условной оптимизации с использованием пакета Optimization Toolbox системы научных и инженерных расчетов MATLAB
19	Структура целевой функции в задаче оптимизационного синтеза плоского рычажного механизма
20	Построение частных критериев качества целевой функции в задаче оптимизационного синтеза плоского рычажного механизма

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания находятся в Приложении к данной РГД

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

Промежуточная аттестация в форме зачета предназначена для оценки теоретических знаний, умений и навыков при решении задач оптимизации в системе MATLAB. Зачетное задание включает теоретический вопрос по основным приемам решения задач оптимизации в системе MATLAB и практическое задание

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				

Ахмадиев, Ф. Г., Гильфанов, Р. М.	Математическое моделирование и методы оптимизации	Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2017	http://www.iprbookshop.ru/73309.html
Аттетков, А. В., Зарубин, В. С., Канатников, А. Н.	Методы оптимизации	Саратов: Вузовское образование	2018	http://www.iprbookshop.ru/77664.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Васильева, О. А., Ларионов, Е. А., Лемин, А. Ю., Макаров, В. И.	Методы оптимизации	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ	2014	http://www.iprbookshop.ru/26859.html
Домашнев, П. А.	Условная и безусловная оптимизации функции многих переменных	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ	2013	http://www.iprbookshop.ru/55666.html
Анашкина Е. В., Марковец А. В.	Компьютерные методы решения задач оптимизации в машиностроении. Синтез рычажного механизма с наилучшим углом передачи	СПб.: СПбГУПТД	2019	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019221

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

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

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

Информационно-справочная система документации MATLAB на русском языке [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.exponenta.ru/>

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

Microsoft Office Standart Russian Open No Level Academic

MATLAB

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

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

Приложение

рабочей программы дисциплины

Компьютерные методы оптимизации в машиностроении

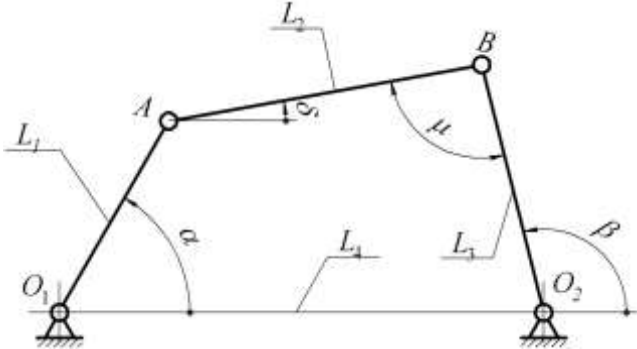
наименование дисциплины

по направлению подготовки
наименование ОП (профиля):

15.04.02 – Технологические машины и оборудование
Компьютерный инжиниринг технологических машин

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)
Семестр 2	
1	<p>Требуется найти значения x и y, определяющие форму указателя, при которых для его изготовления потребуется минимальное количество материала. Указатель изготовлен из металлического листа постоянной толщины. Заданы: площадь поля, содержащего изображение, параметры отступов. Задачу решить с использованием пакета Optimization Toolbox системы научных и инженерных расчетов MATLAB. Прилагается таблица с индивидуальными вариантами задания.</p> 
2	<p>В среде программирования MATLAB составить программу оптимизации числа зубьев зубчатой передачи в главном приводе вязального механизма трикотажной машины типа МС-7 из условия близости передаточного отношения передачи к заданному. Заданы основные параметры машины: частота вращения электродвигателя, частота вращения цилиндра, общее передаточное отношение передаточное отношение зубчатой передачи, передаточное отношение ременной передачи. Данное условие для определения числа зубьев колес передачи.</p>  <p style="text-align: center;">Привод вязального механизма трикотажной машины типа МС-7</p>
3	<p>Выполнить синтез шарнирного четырехзвенника по крайним положениям. Исходные данные угол размаха выходного коромысла четырехзвенника, угол поворота кривошипа, соответствующий повороту выходного коромысла из одного крайнего положения в другое, вариант синтеза, координаты опоры коромысла. Задачу решить с использованием пакета Optimization Toolbox</p>

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)
	<p>системы научных и инженерных расчетов MATLAB. По результатам счета изобразить кинематическую схему шарнирного четырехзвенника в крайних положениях используя систему КОМПАС–3D. Прилагается таблица с индивидуальными вариантами задания.</p> 
4	<p>Записать фрагмент программы для вычисления целевой функции оптимизационного синтеза рычажного механизма. Заданная функция перемещения: $\psi(\varphi) = \psi_{max} / 2 \cdot (1 - \cos \varphi)$. Ограничение на угол давления $[\gamma]$.</p>