

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра автоматизации
производственных процессов в
металлургии (АППМ_ИЦММ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Кафедра автоматизации
производственных процессов в
металлургии (АППМ_ИЦММ)**

наименование кафедры

Донцова Т.В.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Оптимальное управление

Направление подготовки /
специальность 27.04.04 Управление в технических системах
магистерская программа 27.04.04.02

Направленность
(профиль) Автоматизация и управление техническими

Форма обучения очная

Год набора 2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

270000 «УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 27.04.04 Управление в технических системах

магистерская программа 27.04.04.02 Автоматизация и управление
техническими системами в металлургии

Программу
составили

канд. техн. наук, доцент, Данькина Галина
Борисовна

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Дисциплина "Оптимальное управление" направлена на формирование у студентов знаний об основах оптимального управления, необходимых при проектировании и исследовании объектов и систем автоматизации и управления.

Модуль ИС Управления Учебным Процессом (УУП) СФУ Рабочие Программы Дисциплин (РПД) (далее модуль «РПД») предназначен для подготовки рабочих программ дисциплин (далее РПД) на основе учебных планов (далее УП). Эти документы хранятся в базе данных и могут быть выведены в электронные или печатные формы с целью передачи в библиотечные фонды или для предоставления студентам. Они также могут быть использованы для представления экспертам в области содержания образования при осуществлении процедур самоанализа или аккредитации.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачей изучения дисциплины является формирование у студента готовности решать следующие профессиональные задачи:

- сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации, выбор методик и средств решения задач по теме исследования;
- разработка математических моделей процессов и объектов систем автоматизации и управления;
- разработка технического, информационного и алгоритмического обеспечения проектируемых систем автоматизации и управления;
- проектирование систем автоматизации и управления с использованием современных пакетов прикладного программного обеспечения автоматизированного проектирования.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОК-1: способностью использовать иностранный язык в профессиональной сфере	
Уровень 1	англоязычные термины, используемые в ППП для решения задач оптимального управления
Уровень 1	применять нужные команды при решении задач на ЭВМ
Уровень 1	навыками работы в специализированных ППП
ОПК-1: способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	

Уровень 1	основные методы теории оптимального управления
Уровень 1	формулировать оптимизационные задачи
Уровень 1	методами и алгоритмами оптимального управления
ОПК-4: способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	
Уровень 1	дополнительные источники специализированной информации
Уровень 1	использовать в практической деятельности новые знания в своей предметной области
Уровень 1	навыками работы с основной и дополнительной литературой
ПК-1: способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач	
Уровень 1	основные методы теории оптимального управления
Уровень 1	формулировать оптимизационные задачи
Уровень 1	методами и алгоритмами оптимального управления
ПК-2: способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки	
Уровень 1	алгоритмы оптимального управления и их свойства для основных критериев оптимальности
Уровень 1	производить расчеты оптимальных алгоритмов
Уровень 1	навыками построения оптимальных систем управления
ПК-3: способностью применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления	
Уровень 1	основные методы теории оптимального управления
Уровень 1	применять численные методы решения на ЭВМ
Уровень 1	применять численные методы решения на ЭВМ
ПК-4: способностью к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов	
Уровень 1	основные методы теории оптимального управления; способы реализации оптимальных алгоритмов с применением ЭВМ
Уровень 1	применять численные методы решения на ЭВМ
Уровень 1	методами и алгоритмами оптимального управления

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для изучения дисциплины «Оптимальное управление» студенты должны знать материал учебных курсов:

Для изучения дисциплины "Оптимальное управление" студенты должны знать материалы учебных курсов: Теория автоматического управления, Методы оптимизации, Математика (ОДУ), Моделирование систем и процессов.

Знания и умения, полученные студентами при изучении дисциплины, используются при изучении дисциплин "Автоматизированное проектирование средств и систем управления", "Автоматизация металлургических процессов" и Преддипломная практика.

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=9213>

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		1
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	0,89 (32)	0,89 (32)
занятия лекционного типа	0,22 (8)	0,22 (8)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,67 (24)	0,67 (24)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	2,11 (76)	2,11 (76)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Элементы дифференциального исчисления и выпуклого анализа	1	2	0	8	ОК-1 ОПК-1 ОПК-4 ПК-2
2	Методы классического вариационного исчисления	2	12	0	36	ОК-1 ОПК-1 ОПК-4 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4
3	Системы, оптимальные по быстрдействию, расходу ресурсов и расходу энергии	5	10	0	32	ОК-1 ОПК-1 ОПК-4 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4
Всего		8	24	0	76	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Экстремумы функции одного действительного переменного.</p> <p>Экстремумы функции двух и более переменных.</p> <p>Экстремумы функции одного действительного переменного.</p> <p>Экстремумы функции двух и более переменных.</p>	1	0	0
2	2	<p>Классификация методов оптимального управления.</p> <p>Формулировка задачи оптимального управления. Основы методов решения задач оптимального управления.</p> <p>Методы классического вариационного исчисления. Основные леммы вариационного исчисления.</p> <p>Безусловный экстремум функционала, уравнения Эйлера.</p> <p>Случаи интегрируемости уравнения Эйлера</p>	2	0	1
3	3	<p>Постановка и разработка задачи линейного программирования.</p> <p>Симплекс-метод.</p> <p>Базисное решение, базисная и небазисная переменные. Алгоритм Симплекс-метода.</p> <p>Правила определения переменных вводимой и выводимой из базиса.</p> <p>Заключение об оптимальности найденного решения.</p>	2	0	0

4	3	<p>Принцип максимума. Формулировка принципа максимума. Метод динамического программирования, область применения, принцип оптимальности. Оптимальные по быстродействию алгоритмы управления. Численные методы расчета оптимального по быстродействию управления. Применение метода обратного движения из конечной точки. Системы, оптимальные по расходу ресурсов и расходу энергии.</p>	3	0	1
Всего			8	0	2

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Экстремумы функций одной и нескольких переменных (классический анализ)	2	0	0
2	2	<p>Простейшая задача вариационного исчисления. Для выражений функционалов найти экстремали и построить их графики. Простейшая задача вариационного исчисления.</p>	4	0	1
3	2	<p>Экстремаль функционала, зависящего от нескольких функций. Для выражения функционала найти экстремаль и построить ее график</p>	2	0	1

4	2	Экстремаль функционала, зависящего от производных высших порядков. Для выражения функционала найти экстремаль и построить ее график	2	0	1
5	2	Вариационные методы решения задач оптимального управления с применением инструментальных пакетов системы MATLAB	4	0	1
6	3	Задача линейного программирования. Симплекс-метод. Свести задачу линейного программирования к каноническому виду. Найти опорный план и базисное решение. Взяв этот базис за исходный, решить задачу симплекс методом. Привести графическую интерпретацию задачи и оптимального решения.	4	0	2
7	3	Решение транспортной задачи. Составить опорный план одним из методов. Найти план перевозок грузов, обеспечивающий минимальные суммарные затраты, при условии, что все запасы вывезены, а потребители получили необходимое количество груза	4	0	4
8	3	Динамическое программирование. Нахождение кратчайшего пути из первой вершины в последнюю по счету в заданном графе	2	0	2
Итого			24	0	12

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Пожаркова И. Н., Чубарь А. В.	Оптимальные и адаптивные системы: лаб. практикум [для студентов спец. 220201.65 «Управление и информатика в технических системах», 220301.65 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)»]	Красноярск: СФУ, 2012
Л1.2	Масальский Г. Б.	Математические основы кибернетики. Методы оптимизации. Часть 2: учеб.-метод. пособие [для студентов напр. 220000 «Автоматика и управление», спец. 220402.65 «Роботы и робототехнические системы», напр. 15.03.06 (221000.62) «Мехатроника и робототехника»]	Красноярск: СФУ, 2014

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Рапопорт Э. Я.	Оптимальное управление системами с распределенными параметрами: учеб. пособие для студентов вузов	Москва: Высшая школа, 2009
Л1.2	Рапопорт Э. Я., Плешивцева Ю. Э.	Оптимальное управление температурными режимами индукционного нагрева	Москва: Наука, 2012

Л1.3	Харазов В. Г.	Интегрированные системы управления технологическими процессами: учебное пособие для вузов по специальности 220201 "Управление и информатика в технических системах"	Санкт-Петербург: Профессия, 2013
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Иванов А. А.	Модернизация промышленных предприятий на базе современных систем автоматизации и управления: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям 15.04.04 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", 15.04.05 "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)"	Москва: Форум, 2015
Л2.2	Гайдук А. Р., Беляев В. Е., Пьявченко Т. А.	Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2016
Л2.3	Кудинов Ю. И.	Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK): учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2016
Л2.4	Ванько В.И., Ермошина О.В., Кувыркин Г.Н.	Вариационное исчисление и оптимальное управление: учебник для вузов.; рекомендовано МО РФ	М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006
Л2.5	Александров А.Г.	Оптимальные и адаптивные системы	Москва, 2003
Л2.6	Пупков К. А., Егупов Н. Д.	Методы классической и современной теории автоматического управления: Т. 5. Методы современной теории автоматического управления: учебник для вузов в 5-ти т.	Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Пожаркова И. Н., Чубарь А. В.	Оптимальные и адаптивные системы: лаб. практикум [для студентов спец. 220201.65 «Управление и информатика в технических системах», 220301.65 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)»]	Красноярск: СФУ, 2012

ЛЗ.2	Масальский Г. Б.	Математические основы кибернетики. Методы оптимизации. Часть 2: учеб.-метод. пособие [для студентов напр. 220000 «Автоматика и управление», спец. 220402.65 «Роботы и робототехнические системы», напр. 15.03.06 (221000.62) «Мехатроника и робототехника»]	Красноярск: СФУ, 2014
------	------------------	---	-----------------------

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Электронный обучающий курс	https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=9213
----	----------------------------	---

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Дисциплина включает 32 часа аудиторных занятий, из них 8 часов – лекционный курс, 24 часа – практические занятия. При выполнении практических заданий обучающиеся пользуются методическими указаниями к практическим занятиям и материалом лекций, основной и дополнительной литературой.

Предусмотрена самостоятельная работа студентов – 76 часов:

- для изучения теоретического материала, используя конспект лекций и литературу, при подготовке к защите практических заданий – 36 часов;

- для подготовки отчетов по практическим занятиям и защите выполненных работ – 36 часов (используются конспект лекций, методические указания к практическим занятиям, рекомендуемая литература);

- для подготовки к текущему и промежуточному контролю знаний с использованием тестовых заданий и экзаменационных билетов – (4 + 36) часов (используются конспект лекций и рекомендуемая литература; примеры тестовых заданий, разработанные в электронном виде; электронный вариант вопросов для экзаменационных билетов).

Защиту практических работ, текущий и промежуточный контроль знаний осуществляют преподаватели, выполняющие эту нагрузку в соответствии с графиком учебного процесса.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	При проведении практических занятий, используется следующее программное обеспечение:
9.1.2	1) для визуализации примеров расчетов программа демонстрационной графики MS PowerPoint;
9.1.3	2) для проведения экспериментальных расчетов:
9.1.4	- системы компьютерной математики MATHCAD и MATLAB;
9.1.5	- табличный процессор Microsoft Excel;
9.1.6	3) для оформления практических заданий – текстовый редактор
9.1.7	Microsoft Word.

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Электронно-библиотечная система СФУ обеспечивает для обучающихся доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.
9.2.2	Каждый обучающийся обеспечивается:
9.2.3	- учебно-методической документацией и материалами по учебному курсу (содержание учебной дисциплины представлено в сети Интернет и локальной сети Университета);
9.2.4	- доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основной и дополнительной литературе и сформированной по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литератур (доступ обеспечен из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет);
9.2.5	- доступом к библиотечному фонду (сайт Научной библиотеки СФУ – http://bik.sfu-kras.ru);
9.2.6	- доступом к современным профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам (условие доступа – авторизация по IP-адресам СФУ), в том числе:
9.2.7	а) к научной электронной библиотеке Elibrary (elibrary.ru);
9.2.8	б) к электронной библиотеке диссертаций РГБ (условия доступа – по логину/паролю с компьютеров НГБ СФУ; страничный просмотр, печать и страничное сохранение диссертации в графическом формате).

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Электронно-библиотечная система СФУ обеспечивает для обучающихся доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечивается:

- учебно-методической документацией и материалами по учебному курсу (содержание учебной дисциплины представлено в сети Интернет и локальной сети Университета);
- доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основной и дополнительной литературе и сформированной по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы (доступ обеспечен из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет);
- доступом к библиотечному фонду (сайт Научной библиотеки СФУ – <http://bik.sfu-kras.ru>);
- доступом к современным профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам (условие доступа – авторизация по IP-адресам СФУ), в том числе:
 - а) к научной электронной библиотеке Elibrary (elibrary.ru);
 - б) к электронной библиотеке диссертаций РГБ (условия доступа – по логину/паролю с компьютеров НГБ СФУ; постраничный просмотр, печать и постраничное сохранение диссертации в графическом формате).