

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 27.03.04 Управление в технических системах

Наименование образовательной программы: Управление и информатика в технических системах

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.21
Трудоемкость в зачетных единицах:	4 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	4 семестр - 48 часа;
Практические занятия	4 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	4 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	4 семестр - 113,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	4 семестр - 0,5 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шихин В.А.
	Идентификатор	Rb9b22309-ShikhinVA-ab30e2ff

В.А. Шихин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сидорова Е.Ю.
	Идентификатор	R0dee6ce9-SidorovaYY-923dc6a8

Е.Ю. Сидорова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бобряков А.В.
	Идентификатор	R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa

А.В. Бобряков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основных понятий, моделей и методов решения задач оптимизации, практическое освоение аналитических и численных методов решения общенаучных и экономических задач оптимизации.

Задачи дисциплины

- изучение классов задач оптимизации и приобретение навыков формализации задач;;
- освоение основных методов решения задач оптимизации;;
- приобретение навыков применения современных инструментальных средств решения оптимизационных задач..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики	ИД-5 _{опк-1} Анализирует задачи профессиональной деятельности на основе приобретенных естественно-научных и математических знаний	знать: - основные классы задач оптимизации.. уметь: - классифицировать задачу оптимизации, осуществлять переход от вербальной постановки задачи к математической постановке, выбирать адекватный метод решения и проводить содержательный анализ решения..
ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей)	ИД-2 _{опк-2} Грамотно и аргументированно формирует собственные суждения и оценки на основе знаний по профильным разделам математических и естественно-научных дисциплин	знать: - технологию применения современных инструментальных средств решения задач оптимизации.. уметь: - правильно выбирать стандартные программные продукты для решения конкретных задач оптимизации..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Управление и информатика в технических системах (далее – ОПОП), направления подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Задачи оптимизации. Назначение. Математические основы	14	4	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Задачи оптимизации. Назначение. Математические основы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Задачи оптимизации. Назначение. Математические основы и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Задачи оптимизации. Назначение. Математические основы" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Задачи оптимизации. Назначение. Математические основы"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу</p>	
1.1	Постановка задачи оптимизации. Элементы линейной алгебры.	6		1	-	1	-	-	-	-	-	-	4		-
1.2	Множества.	3		1	-	-	-	-	-	-	-	-	2		-
1.3	Функции n- переменных.	5		2	-	1	-	-	-	-	-	-	2		-

														"Задачи оптимизации. Назначение. Математические основы" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], сс. 3-11 [2], сс.3-11
2	Классификация задач оптимизации. Свойства функций.	16	4	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Классификация задач оптимизации. Свойства функций."
2.1	Компоненты математической модели задачи оптимизации.	8	2	-	1	-	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Классификация задач оптимизации. Свойства функций." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
2.2	Классификация задач оптимизации.	8	2	-	1	-	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Классификация задач оптимизации. Свойства функций." и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Классификация задач оптимизации. Свойства функций." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Классификация задач оптимизации. Свойства функций." <u>Изучение материалов литературных</u>

													<u>источников:</u> [1], сс. 26-39 [2], сс. 13-20	
3	Задачи оптимизации без ограничений	16	4	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Задачи оптимизации без ограничений"
3.1	Анализ функций и их типы.	8	2	-	1	-	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Задачи оптимизации без ограничений" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
3.2	Анализ функций на экстремум.	8	2	-	1	-	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Задачи оптимизации без ограничений и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Задачи оптимизации без ограничений" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Задачи оптимизации без ограничений" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], сс. 39-41 [2], сс. 20-23
4	Задачи оптимизации с ограничениями	26	10	-	2	-	-	-	-	-	-	14	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Задачи оптимизации с ограничениями"
4.1	Задачи оптимизации с ограничениями в виде равенств.	13	5	-	1	-	-	-	-	-	-	7	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u>

4.2	Метод подстановки. Функция Лагранжа. Методы решения.	13		5	-	1	-	-	-	-	-	7	-	Изучение материала по разделу "Задачи оптимизации с ограничениями" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Задачи оптимизации с ограничениями и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Задачи оптимизации с ограничениями" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Задачи оптимизации с ограничениями" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], сс. 41-48 [2], сс. 23-37
5	Линейное программирование и связанные с ним задачи	34		10	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Линейное программирование и связанные с ним задачи"
5.1	Постановки задачи линейного программирования.	8		2	-	1	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Линейное программирование и связанные с ним задачи" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
5.2	Свойства решения задачи линейного программирования.	8		2	-	1	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Линейное программирование и связанные с ним задачи
5.3	Симплекс-метод решения задачи линейного	9		3	-	1	-	-	-	-	-	5	-	

													Изучение материала по разделу "Численные методы оптимизации" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Численные методы оптимизации и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], сс. 109-158
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	48	-	16	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0	48	-	16		2		-	0.5		113.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Задачи оптимизации. Назначение. Математические основы

1.1. Постановка задачи оптимизации. Элементы линейной алгебры.

Классические постановки задач оптимизации: задача Дидоны и задача Герона. Элементы линейной алгебры и теории матриц. Собственные числа и собственные вектора. Квадратичная форма. Знакоопределенность квадратичной формы..

1.2. Множества.

Основные понятия и определения. Способы задания. Операции с множествами и их свойства. Эквивалентность множеств. Классификация. Континуальные множества. Примеры. Выпуклые множества. Выпуклая оболочка множества..

1.3. Функции n-переменных.

Область определения. Вектор-градиент. Матрица Гессе. Разложение функции в ряд Тейлора и его применение для анализа функций. Производная по направлению, её применение для анализа изменения функции. Проекция вектора-градиента. Выпуклость функций. Свойства выпуклых функций..

2. Классификация задач оптимизации. Свойства функций.

2.1. Компоненты математической модели задачи оптимизации.

Критерий задачи оптимизации. Ограничения и их виды. Решение задачи оптимизации..

2.2. Классификация задач оптимизации.

Классификация задач по характеру решения и критерию оптимизации, по характеру математической модели. Детерминированные статические задачи оптимизации: задачи линейного программирования, задачи квадратичного программирования, задачи выпуклого программирования, задачи нелинейного программирования, задачи целочисленного программирования, задачи векторной оптимизации..

3. Задачи оптимизации без ограничений

3.1. Анализ функций и их типы.

Анализ функций и их типы..

3.2. Анализ функций на экстремум.

Анализ функций на экстремум..

4. Задачи оптимизации с ограничениями

4.1. Задачи оптимизации с ограничениями в виде равенств.

Метод подстановки. Функция Лагранжа. Методы решения..

4.2. Метод подстановки. Функция Лагранжа. Методы решения.

Выпуклые задачи оптимизации. Разрешимость. Совместность. Функция Лагранжа задачи выпуклого программирования. Теорема Куна–Таккера и её применение для решения задачи оптимизации и проверки решения на оптимальность..

5. Линейное программирование и связанные с ним задачи

5.1. Постановки задачи линейного программирования.

Общая, стандартная и каноническая задачи линейного программирования. Взаимное преобразование..

5.2. Свойства решения задачи линейного программирования.

Свойства решения задачи линейного программирования..

5.3. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.

Опорный план. Симплекс-метод: основные положения, алгоритм. Анализ чувствительности..

5.4. Опорный план. Симплекс-метод: основные положения, алгоритм. Анализ чувствительности.

Прямая и двойственная задачи, взаимное преобразование. Дробно-линейное программирование. Геометрическая интерпретация. Методы решения. Целочисленное программирование. Постановка задачи. Алгоритмы отсечения. Метод ветвей и границ..

6. Численные методы оптимизации

6.1. Основное содержание численных методов оптимизации.

Понятие о методах спуска. Методы нулевого, первого и второго порядков. Направление спуска. Шаг спуска. Критерии окончания итераций. Оценка сходимости..

6.2. Численная оптимизация без ограничений.

Методы нулевого порядка: покоординатный спуск, метод деформируемого многогранника. Методы первого порядка: градиентный метод, метод наискорейшего спуска. Проблема «оврагов» и «овражные» методы. Методы второго порядка: метод Ньютона, квазиньютоновские методы, метод сопряженных градиентов..

6.3. Численная оптимизация при наличии ограничений.

Метод Бокса. Метод Франка–Вулфа. Метод штрафных функций..

6.4. Одномерная оптимизация.

Отрезок локализации. Унимодальные функции. Подходы к локализации точки экстремума. Методы прямого поиска. Оптимальный пассивный поиск. Метод деления отрезка пополам. Метод Фибоначчи. Метод золотого сечения. Погрешность методов. Сравнительная эффективность методов. Методы минимизации гладких функций. Условия применимости. Метод бисекции. Метод Ньютона..

3.3. Темы практических занятий

1. Задачи оптимизации без ограничений. Локальный и глобальный экстремумы.

Необходимые и достаточные условия экстремума. Стационарные, критические и седловые точки;

2. Элементы линейной алгебры и теории матриц. Собственные числа и собственные вектора. Квадратичная форма. Знакоопределенность квадратичной формы. Множества. Способы задания. Операции с множествами и их свойства. Континуальные множества. Выпуклые множества;

3. . Линейное программирование. Графический метод решения. Симплекс-алгоритм;

4. Численная оптимизация без ограничений. Методы первого порядка: градиентный метод, метод наискорейшего спуска. Методы второго порядка: метод Ньютона, квазиньютоновские методы, метод сопряженных градиентов;
5. Двойственная задача линейного программирования. Дробно-линейное программирование. Целочисленное программирование. Алгоритмы отсечения. Метод ветвей и границ;
6. Численная оптимизация при наличии ограничений. Метод Франка–Вулфа. Одномерная оптимизация. Оптимальный пассивный поиск. Метод деления отрезка пополам. Метод Фибоначчи. Метод золотого сечения. Метод бисекции. Метод Ньютона;
7. Задачи оптимизации с ограничениями в виде равенств. Функция Лагранжа. Выпуклые задачи оптимизации. Разрешимость. Совместность. Функция Лагранжа задачи выпуклого программирования. Теорема Куна–Таккера и её применение для решения задачи оптимизации и проверки решения на оптимальность;
8. Функции n -переменных. Вектор–градиент. Матрица Гессе. Разложение функции в ряд Тейлора и его применение для анализа функций. Производная по направлению, её применение для анализа изменения функции. Проекция вектора-градиента. Выпуклость функций. Свойства выпуклых функций.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Задачи оптимизации. Назначение. Математические основы"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Классификация задач оптимизации. Свойства функций."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Задачи оптимизации без ограничений"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Задачи оптимизации с ограничениями"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Линейное программирование и связанные с ним задачи"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Численные методы оптимизации"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Задачи оптимизации. Назначение. Математические основы"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Классификация задач оптимизации. Свойства функций."
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Задачи оптимизации без ограничений"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Задачи оптимизации с ограничениями"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Линейное программирование и связанные с ним задачи"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Численные методы оптимизации"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
Знать:								
основные классы задач оптимизации.	ИД-5 _{ОПК-1}	+	+		+	+		Контрольная работа/Контрольная работа № 1 Контрольная работа/Контрольная работа № 2 Контрольная работа/Контрольная работа № 3 Контрольная работа/Контрольная работа № 4
технологию применения современных инструментальных средств решения задач оптимизации.	ИД-2 _{ОПК-2}		+	+	+		+	Контрольная работа/Контрольная работа № 2 Контрольная работа/Контрольная работа № 3 Контрольная работа/Контрольная работа № 5
Уметь:								
классифицировать задачу оптимизации, осуществлять переход от вербальной постановки задачи к математической постановке,	ИД-5 _{ОПК-1}	+	+	+		+		Контрольная работа/Контрольная работа

<p>выбирать адекватный метод решения и проводить содержательный анализ решения.</p>								<p>работа № 1 Контрольная работа/Контрольная работа № 2 Контрольная работа/Контрольная работа № 4</p>
<p>правильно выбирать стандартные программные продукты для решения конкретных задач оптимизации.</p>	<p>ИД-2_{ОПК-2}</p>				<p>+</p>	<p>+</p>	<p>+</p>	<p>Контрольная работа/Контрольная работа № 3 Контрольная работа/Контрольная работа № 4 Контрольная работа/Контрольная работа № 5</p>

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

4 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа № 3 (Контрольная работа)
4. Контрольная работа № 4 (Контрольная работа)
5. Контрольная работа № 5 (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №4)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 4 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Акулич И. Л.- "Математическое программирование в примерах и задачах", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2011 - (352 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2027;
2. Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В.- "Вычислительные методы", (4-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2014 - (672 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42190.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" -
http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

7. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>
16. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
17. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
18. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
19. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
20. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
21. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный,

		принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-308, Научная группа моделирования и информационной поддержки процессов управления в сложных организационно-технических и экономических процессах	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-309, Кладовая	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря
	М-301/1, Кладовая	стул

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы оптимизации

(название дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)
 КМ-2 Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)
 КМ-3 Контрольная работа № 3 (Контрольная работа)
 КМ-4 Контрольная работа № 4 (Контрольная работа)
 КМ-5 Контрольная работа № 5 (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	6	8	10	12
1	Задачи оптимизации. Назначение. Математические основы						
1.1	Постановка задачи оптимизации. Элементы линейной алгебры.		+	+	+	+	
1.2	Множества.		+	+	+	+	
1.3	Функции n -переменных.		+	+	+	+	
2	Классификация задач оптимизации. Свойства функций.						
2.1	Компоненты математической модели задачи оптимизации.		+	+	+	+	+
2.2	Классификация задач оптимизации.		+	+	+	+	
3	Задачи оптимизации без ограничений						
3.1	Анализ функций и их типы.		+	+	+	+	+
3.2	Анализ функций на экстремум.		+	+		+	
4	Задачи оптимизации с ограничениями						
4.1	Задачи оптимизации с ограничениями в виде равенств.		+	+	+	+	
4.2	Метод подстановки. Функция Лагранжа. Методы решения.			+	+	+	+
5	Линейное программирование и связанные с ним задачи						

5.1	Постановки задачи линейного программирования.	+	+	+	+	
5.2	Свойства решения задачи линейного программирования.	+	+	+	+	
5.3	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.			+	+	+
5.4	Опорный план. Симплекс-метод: основные положения, алгоритм. Анализ чувствительности.	+	+		+	
6	Численные методы оптимизации					
6.1	Основное содержание численных методов оптимизации.		+	+	+	+
6.2	Численная оптимизация без ограничений.			+	+	+
6.3	Численная оптимизация при наличии ограничений.			+	+	+
6.4	Одномерная оптимизация.			+	+	+
Вес КМ, %:		20	20	20	20	20