

**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

**Оценочные материалы
по дисциплине
Методы оптимизации**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скибицкий Н.В.
	Идентификатор	R39a3a637-SkibitskyNV-513724c4

(подпись)

Н.В.
Скибицкий

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

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

(подпись)

Е.Ю.
Сидорова

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

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

(подпись)

А.В.
Бобряков

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики

ИД-5 Анализирует задачи профессиональной деятельности на основе приобретенных естественно-научных и математических знаний

2. ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей)

ИД-2 Грамотно и аргументированно формирует собственные суждения и оценки на основе знаний по профильным разделам математических и естественно-научных дисциплин

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

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)
6. Контрольная работа № 6 (Контрольная работа)

БРС дисциплины

4 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	6	8	10	12	15
Задачи оптимизации. Назначение. Математические основы							
Постановка задачи оптимизации. Элементы линейной алгебры.	+	+	+	+			+
Множества.	+	+	+	+			+
Функции n -переменных.	+	+	+	+			+
Классификация задач оптимизации. Свойства функций.							

Компоненты математической модели задачи оптимизации.	+	+	+	+	+	+
Классификация задач оптимизации.	+	+	+		+	
Задачи оптимизации без ограничений						
Анализ функций и их типы.	+	+	+		+	
Анализ функций на экстремум.	+	+	+		+	
Задачи оптимизации с ограничениями						
Задачи оптимизации с ограничениями в виде равенств.		+		+	+	
Метод подстановки. Функция Лагранжа. Методы решения.		+		+	+	
Линейное программирование и связанные с ним задачи						
Постановки задачи линейного программирования.		+		+	+	
Свойства решения задачи линейного программирования.		+		+	+	
Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.				+	+	+
Опорный план. Симплекс-метод: основные положения, алгоритм. Анализ чувствительности.	+	+	+		+	
Численные методы оптимизации						
Основное содержание численных методов оптимизации.				+	+	+
Численная оптимизация без ограничений.				+	+	+
Численная оптимизация при наличии ограничений.				+	+	+
Одномерная оптимизация.				+	+	+
Вес КМ:	20	10	10	20	20	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-1	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.	Контрольная работа № 1 (Контрольная работа) Контрольная работа № 2 (Контрольная работа) Контрольная работа № 3 (Контрольная работа) Контрольная работа № 4 (Контрольная работа) Контрольная работа № 5 (Контрольная работа)
ОПК-2	ИД-2 _{ОПК-2} Грамотно и аргументированно формирует собственные суждения и оценки на основе знаний по профильным разделам математических и естественно-научных дисциплин	Знать: технологии применения современных инструментальных средств решения задач оптимизации. Уметь: правильно выбирать стандартные программные продукты для решения конкретных задач	Контрольная работа № 1 (Контрольная работа) Контрольная работа № 2 (Контрольная работа) Контрольная работа № 3 (Контрольная работа) Контрольная работа № 4 (Контрольная работа) Контрольная работа № 5 (Контрольная работа) Контрольная работа № 6 (Контрольная работа)

		ОПТИМИЗАЦИИ.	
--	--	--------------	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Контрольная работа № 1

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Мероприятие предусматривает решение 5 задач по темам, рассмотренным в разделе. Задачи нацелены на проверку базовых знаний, необходимых для усвоения основного содержания изучаемой дисциплины. Каждый студент получает билет с индивидуальным заданием. На выполнение задания даётся 60 минут.

Краткое содержание задания:

Задания ориентированы на усвоение вопросов по:

- элементам линейной алгебры;
- теории матриц, собственным числам и собственным векторам;
- квадратичной форме и её анализе;
- множествам и способам их задания;
- операциям с множествами и их свойствами.
- континуальным множествам.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: технологию применения современных инструментальных средств решения задач оптимизации.	1. Определить угол между заданными векторами. 2. Найти собственные числа и собственные вектора заданной матрицы.
Уметь: классифицировать задачу оптимизации, осуществлять переход от вербальной постановки задачи к математической постановке, выбирать адекватный метод решения и проводить содержательный анализ решения.	1. Для заданной плоскости найти плоскость ей ортогональную. 2. Для заданной плоскости найти плоскость ей параллельную и проходящую через заданную точку.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Все задачи, представленные в задании, выполнены правильно и для них получены правильные ответы. Может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены четыре задания. В отдельных верно выполненных заданиях может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены три задания. В отдельных правильно выполненных заданиях может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

КМ-2. Контрольная работа № 2

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Мероприятие предусматривает решение 5 задач по темам, рассмотренным в разделе. Задачи нацелены на проверку базовых знаний, необходимых для усвоения основного содержания изучаемой дисциплины. Каждый студент получает билет с индивидуальным заданием. На выполнение задания даётся 60 минут.

Краткое содержание задания:

Задания ориентированы на усвоение вопросов по:

- элементам линейной алгебры;
- теории матриц, собственным числам и собственным векторам;
- квадратичной форме и её анализе;
- множествам и способам их задания;
- операциям с множествами и их свойствами.
- континуальным множествам.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные классы задач оптимизации.	1.Признаки классификации задач оптимизации.
Знать: технологию применения современных инструментальных средств решения задач оптимизации.	1.Компоненты математической модели задачи оптимизации.
Уметь: классифицировать задачу оптимизации, осуществлять переход от вербальной постановки задачи к математической постановке, выбирать адекватный метод решения и проводить содержательный анализ решения.	1.Определить приближённые значения функции в заданной точке с помощью разложения в ряд Тейлора. 2.Провести анализ изменения функции с помощью производной функции по заданному направлению.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Все задачи, представленные в задании, выполнены правильно и для них получены правильные ответы. Может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены четыре задания. В отдельных верно выполненных заданиях может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены три задания. В отдельных правильно выполненных заданиях может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

КМ-3. Контрольная работа № 3

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Мероприятие предусматривает решение 5 задач по темам, рассмотренным в разделе. Задачи нацелены на проверку базовых знаний, необходимых для усвоения основного содержания изучаемой дисциплины. Каждый студент получает билет с индивидуальным заданием. На выполнение задания даётся 60 минут.

Краткое содержание задания:

Задания ориентированы на усвоение вопросов по:

- элементам линейной алгебры;
- теории матриц, собственным числам и собственным векторам;
- квадратичной форме и её анализе;
- множествам и способам их задания;
- операциям с множествами и их свойствами.
- континуальным множествам.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: технологию применения современных инструментальных средств решения задач оптимизации.	1. Дать определение унимодальной и мультимодальной функций. 2. Сформулировать необходимые и достаточные условия экстремума.
Уметь: классифицировать задачу оптимизации, осуществлять переход от вербальной постановки задачи к математической постановке, выбирать адекватный метод решения и проводить содержательный анализ решения.	1. Исследовать заданную функцию на выпуклость. 2. Определить экстремум заданной функции.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Все задачи, представленные в задании, выполнены правильно и для них получены правильные ответы. Может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены четыре задания. В отдельных верно выполненных заданиях может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены три задания. В отдельных правильно выполненных заданиях может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

КМ-4. Контрольная работа № 4

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Мероприятие предусматривает решение 5 задач по темам, рассмотренным в разделе. Задачи нацелены на проверку базовых знаний, необходимых для усвоения основного содержания изучаемой дисциплины. Каждый студент получает билет с индивидуальным заданием. На выполнение задания даётся 60 минут.

Краткое содержание задания:

Задания ориентированы на усвоение вопросов по:

- элементам линейной алгебры;
- теории матриц, собственным числам и собственным векторам;
- квадратичной форме и её анализе;
- множествам и способам их задания;
- операциям с множествами и их свойствами.
- континуальным множествам.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные классы задач оптимизации.	1. Сформулировать необходимые и достаточные условия решения задачи оптимизации с ограничениями равенствами.
Знать: технологию применения современных инструментальных средств решения задач оптимизации.	1. Дать определение точки локального условного экстремума.
Уметь: правильно выбирать стандартные программные продукты для решения конкретных задач оптимизации.	1. Определить решение задачи оптимизации методом неопределённых множителей Лагранжа. 2. Определить решение задачи выпуклого программирования.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Все задачи, представленные в задании, выполнены правильно и для них получены правильные ответы. Может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены четыре задания. В отдельных верно выполненных заданиях может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены три задания. В отдельных правильно выполненных заданиях может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

КМ-5. Контрольная работа № 5

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Мероприятие предусматривает решение 5 задач по темам, рассмотренным в разделе. Задачи нацелены на проверку базовых знаний, необходимых для усвоения основного содержания изучаемой дисциплины. Каждый студент получает билет с индивидуальным заданием. На выполнение задания даётся 60 минут.

Краткое содержание задания:

Задания ориентированы на усвоение вопросов по:

- элементам линейной алгебры;
- теории матриц, собственным числам и собственным векторам;
- квадратичной форме и её анализе;
- множествам и способам их задания;
- операциям с множествами и их свойствами.
- континуальным множествам.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные классы задач оптимизации.	1. Дать определение различным постановкам задачи линейного программирования. 2. Сформулировать теорему, определяющую необходимые и достаточные условия существования решения задачи линейного программирования.
Уметь: классифицировать задачу оптимизации, осуществлять переход от вербальной постановки задачи к математической постановке, выбирать адекватный метод решения и проводить содержательный анализ решения.	1. Сформулировать двойственную задачу к заданной задаче линейного программирования.
Уметь: правильно выбирать стандартные программные продукты для решения конкретных задач оптимизации.	1. Исследовать задачу линейного программирования на наличие решения.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Все задачи, представленные в задании, выполнены правильно и для них получены правильные ответы. Может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены четыре задания. В отдельных верно выполненных заданиях может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены три задания. В отдельных правильно выполненных заданиях может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

КМ-6. Контрольная работа № 6

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Мероприятие предусматривает решение 5 задач по темам, рассмотренным в разделе. Задачи нацелены на проверку базовых знаний, необходимых для усвоения основного содержания изучаемой дисциплины. Каждый студент получает билет с индивидуальным заданием. На выполнение задания даётся 60 минут.

Краткое содержание задания:

Задания ориентированы на усвоение вопросов по:

- элементам линейной алгебры;
- теории матриц, собственным числам и собственным векторам;
- квадратичной форме и её анализе;
- множествам и способам их задания;
- операциям с множествами и их свойствами.
- континуальным множествам.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: технологию применения современных инструментальных средств решения задач оптимизации.	1.Сформулировать основные этапы решения задачи оптимизации численными методами. 2.Сформулировать основные критерии остановки процедуры решения задачи оптимизации численными методами.
Уметь: правильно выбирать стандартные программные продукты для решения конкретных задач оптимизации.	1.Найти решение задачи оптимизации методом наискорейшего спуска. 2.Найти решение задачи оптимизации методом Ньютона.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Все задачи, представленные в задании, выполнены правильно и для них получены правильные ответы. Может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены четыре задания. В отдельных верно выполненных заданиях может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнены три задания. В отдельных правильно выполненных заданиях может присутствовать неполнота изложения и обоснованности полученных результатов.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Выпуклость функций. Свойства выпуклых функций. Обобщение понятия выпуклой функции.
Методы случайного поиска. Алгоритмы глобального поиска.
Задача. На птицеферме употребляются два вида кормов – I и II. В единице массы корма I содержатся 1 единица вещества A, 1 единица вещества B и 1 единица вещества C. В 1-й единице массы корма II содержатся 4 единицы вещества A, 2 единицы вещества B и не содержится вещество C. В дневной рацион каждой птицы надо включить не менее 1 единицы вещества A, не менее 4 единиц вещества B и не менее 1 единицы вещества C. Цена 1 единицы массы корма I составляет 3 рубля, корма II – 2 рубля. Составьте ежедневный рацион кормления птицы так, чтобы обеспечить наиболее дешевый рацион.

Процедура проведения

Экзамен проводится в письменной форме. Для написания ответа на билет даётся 90 минут.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-5_{ОПК-1} Анализирует задачи профессиональной деятельности на основе приобретенных естественно-научных и математических знаний

Вопросы, задания

1. Симплекс-метод и его основные положения.
2. Методы случайного поиска. Общие положения. Простой случайный поиск.
3. Квазиньютоновские методы и метод сопряженных градиентов.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Дать определение внутренней точки множества.

Верный ответ: Точка является внутренней точкой множества, если существует такая её окрестность, все точки которой принадлежат данному множеству.

2. Дать определение граничной точки множества.

Верный ответ: Точка множества граничная, если любая ее сколь угодно малая окрестность содержит как точки, принадлежащие множеству, так и не принадлежащие.

3. Сколько верхних граней множества может существовать?

Верный ответ: Если существует одна верхняя грань, то их бесконечно много: если, например, M – верхняя грань числового множества, то $M+1$, $M+2$, $M+3$ и т.д. – также верхние грани для данного множества.

4. Как называется наибольшая из нижних граней?

Верный ответ: Наибольшая из нижних граней – точная нижняя грань (инфимум) числового множества S ($\inf \{S\}$).

5. Эквивалентность множеств.

Верный ответ: Если каждому элементу множества A каким-либо образом сопоставлен единственный элемент множества B и при этом всякий элемент множества B оказывается сопоставленным одному и только одному элементу множества A , то говорят, что между множествами A и B установлено взаимно однозначное соответствие. Множества A и B в этом случае называются эквивалентными.

6. Отношение эквивалентности и его свойства.

Верный ответ: – симметрично; – рефлексивно; – транзитивно.

7. Дать определение множества мощности континуума.

Верный ответ: Множества, эквивалентные по числу элементов отрезку $[0,1]$, называются множествами мощности континуума. Если два множества эквивалентны, то говорят также, что они равномощны. Множества равномощны, если между их элементами можно установить взаимно однозначное соответствие. Мощность множества всех действительных чисел – мощность континуума.

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-2} Грамотно и аргументированно формирует собственные суждения и оценки на основе знаний по профильным разделам математических и естественно-научных дисциплин

Вопросы, задания

1. Выпуклые задачи оптимизации. Теорема Куна–Таккера.

2. Задача квадратичного программирования. Методы решения.

3. Многокритериальная оптимизация. Виды многокритериальных задач. Нормирование частных критериев.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Способы задания множеств.

Верный ответ: – перечислением (списком своих элементов); – порождающей процедурой; – описанием характеристических свойств, которыми должны обладать его элементы.

2. Дать определение ограниченного множества.

Верный ответ: Множество ограниченное, если ограничено расстояние между любыми двумя точками множества.

3. Дать определение границы множества.

Верный ответ: Совокупность всех граничных точек множества – граница множества.

4. Дать определение замкнутого множества.

Верный ответ: Множество замкнутое, если вместе с внутренними точками оно содержит и все свои граничные точки. Математически замкнутое множество может быть описано, например, системой нестрогих неравенств.

5. Дать определение компактного множества.

Верный ответ: Множество компактное – одновременно замкнутое и ограниченное множество в метрическом пространстве.

6. Как называется наименьшая из верхних граней?

Верный ответ: Наименьшая из верхних граней – точная верхняя грань (супремум) числового множества S ($\sup \{S\}$).

7. Классификация множеств.

Верный ответ: Все множества делят на: – конечные множества, которые содержат конечное число элементов; – бесконечные множества. Бесконечные множества в свою очередь подразделяются на: – счетные множества, эквивалентные множеству всех натуральных чисел, т.е. такие, все элементы которых можно занумеровать натуральным рядом чисел; – несчетные множества, элементы которых нельзя занумеровать натуральным рядом чисел.

8. Дать определение выпуклого множества.

Верный ответ: Множество выпуклое, если из условия принадлежности ему двух произвольных точек следует принадлежность ему и отрезка их соединяющего.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу