

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Атомная энергетика»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «Теория оптимального проектирования»

### **Специальность**

«14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

### **Основная профессиональная образовательная программа**

«Системы контроля и управления атомных станций»

### **Квалификация выпускника**

Инженер-физик

### **Форма обучения**

Очная

## Цель освоения дисциплины

Подготовка специалистов к деятельности, связанной с изучением теории оптимизации и приобретение практических навыков ее реализации.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение непрямых методов оптимизации;
- освоение прямых методов условной и безусловной оптимизации;
- освоение основ многокритериальной оптимизации, принципа Парето;
- формирование компетенций согласно ОС НИЯУ МИФИ.

## Место дисциплины в структуре ООП ВО

При изучении курса «Теория оптимального проектирования» к студенту предъявляются следующие требования: студент знает основные математические законы; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования; способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, владеет математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности.

Освоение дисциплины «Теория оптимального проектирования» в последующем необходимо при изучении теоретических дисциплин 10 семестра: Математическое моделирование процессов в оборудовании АЭС; при прохождении производственной (эксплуатационной), производственной (научно-исследовательская работа) и производственной (преддипломной) практик, а также в рамках Государственной итоговой аттестации.

Обобщенные трудовые функции, которые сможет полностью или частично продемонстрировать студент при освоении данной дисциплины: (Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»):

В/02.7. Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработка предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий.

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками.	ПК-1 Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации	З-ПК-1 Знать: современную техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок. У-ПК-1 Уметь: использовать научно-техническую информацию для проектирования и эксплуатации

публикаций.		ядерных энергетических установок	ядерных энергетических установок. В-ПК-1 Владеть: методами поиска и анализа научно-технической информации и опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок.
Математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; составление технической документации (графиков работ, инструкций, смет, планов, заявок на материалы и оборудование) и подготовка отчетности по установленным формам.	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками. Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	ПК-4 Способен составить отчет по выполненному заданию, готов к участию во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ	З-ПК-4 Знать: нормативные документы для составления отчетов по выполненным заданиям У-ПК-4 Уметь: обобщать и анализировать научно-техническую информацию В-ПК-4 Владеть: методами проектирования ЯЭУ и внедрения результатов исследований в эксплуатацию

#### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологиче-	1. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России.

		ских разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.	
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 8-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 ак. часов.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма)	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
<b>1 раздел: Непрямые методы оптимизации</b>									
1	1	Введение в дисциплину.	14	2		8	4		
1	2	Методы не прямой оптимизации	22	6		8	8	Т1 30 б.	
<b>2 раздел: Прямые и многокритериальные методы оптимизации</b>									
2	3	Прямые методы условной и безусловной оптимизации	14	2		8	4		
2	4	Прямые методы оптимизации в безразмерных параметрах	12	4		4	4		
2	5	Методы многокритериальной оптимизации.	10	2		4	4	Т2 30 б.	
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>72</b>	<b>16</b>		<b>32</b>	<b>24</b>	<b>Зачет 40 б.</b>	

## Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
<b>Введение в дисциплину.</b> Способы описания сложных систем. Понятие оптимальности. Классификация методов оптимизации.	2	1-10
<b>Методы непрямой оптимизации.</b> Оптимизации. Применение производной при решении практических экстремальных задач. Задачи с ограничениями и без ограничений.	6	1-10
<b>Методы безусловной оптимизации.</b> Метод оптимизации Хука-Дживса для овражных функций. Преимущества и недостатки. <b>Методы условной оптимизации.</b> Ограничения задачи оптимизации.	2	1-10
<b>Прямые методы оптимизации</b> Прямые методы с применением безразмерных параметров. Оптимизация механизмов.	4	1-10
<b>Задачи многокритериальной оптимизации.</b> Принцип Эджворта-Парето. Методы задачи сужения множества парето-оптимальных решений	2	1-10

## Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Построение математических моделей сложных систем.	8	1-10
Решение оптимизационных задач градиентными методами.	8	1-10
Решение оптимизационных задач с применением модифицированного метода Хука-Дживса	4	1-10
Решение оптимизационных задач с применением метода динамического программирования	4	1-10
Решение оптимизационных задач в безразмерных параметрах.	4	1-10
Решение задач многокритериальной оптимизации при проектировании.	4	1-10

## Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Математические модели проектируемых систем	2	1-10
Линейные системы. Формула Коши.	1	1-10

Теорема Эйлера-Лагранжа.	2	1-10
Применение Теорема Эйлера-Лагранжа для решения оптимизационных задач.	1	1-10
Метод проекций градиента.	1	1-10
Применение метода проекций градиента для решения задач многомерной оптимизации	1	1-10
Принцип максимума Понтрягина.	2	1-10
Применение принципа максимума Понтрягина для оптимизации нелинейных систем.	1	1-10
Применение принципа максимума Понтрягина для решения задач квадратичным функционалом.	1	1-10
Применение принципа максимума Понтрягина для решения дискретных задач	1	1-10
Метод динамического программирования.	2	1-10
Применение метода динамического программирования для оптимизации линейной системы с квадратичным функционалом.	1	1-10
Применение метода динамического программирования для оптимизации нелинейных систем.	1	1-10
Применение метода динамического программирования для решения дискретных задач оптимизации	1	1-10
Достаточные условия оптимальности (метод Кротова)	1	1-10
Решение оптимизационных задач с помощью достаточных условий оптимальности.	1	1-10
Метод последовательного сужения множества парето-оптимальных решений.	2	1-10
Метод сужения множества парето-оптимальных решений путем анализа «квантов» информации.	2	1-10

### **Образовательные технологии**

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

### **Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
2	Непрямые методы оптимизации	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-4, У-ПК-4	Практическая работа 1 Практическая работа 2 Тест 1 (письменно)
3	Прямые и многокритериальные методы оптимизации	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-4	Практическая работа 3 Практическая работа 4 Практическая работа 5 Практическая работа 6 Тест 2 (письменно)
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Зачет	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-4	Вопросы к зачету (устно)

Оценочные средства для входного контроля представляют собой тестовые вопросы, которые задаются студентам в письменной форме.

В качестве оценочного средства текущего контроля используются выполнение практических контрольных заданий и устный опрос по результатам их выполнения, реферат.

В качестве оценочного средства аттестации разделов используются тесты 1 и 2 соответственно, а для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические вопросы.

По итогам обучения выставляется зачет.

### Вопросы входного контроля

Отметить номер правильного ответа в бланке ответов.

№	Задание	Ответ
1	Матрица $A = \begin{pmatrix} 1 & \lambda \\ -3 & 6 \end{pmatrix}$ вырождена при $\lambda$ , равном	1) -2 2) 2 3) 1 4) 6
2	Расстояние от точки $M(3;0;4)$ до начала координат равно	1) 5 2) 7 3) 25 4) -5
3	Система имеет единственное решение, если: $\begin{cases} 2x - 5y = -3 \\ 3x + y = 4 \end{cases}$	1) $\begin{vmatrix} 2 & -5 \\ 3 & 1 \end{vmatrix} = 0$ 2) $\begin{vmatrix} -3 & -5 \\ 4 & 1 \end{vmatrix} \neq 0$ 3) $\begin{vmatrix} 2 & -3 \\ 3 & 4 \end{vmatrix} \neq 0$ 4) $\begin{vmatrix} 2 & -5 \\ 3 & 1 \end{vmatrix} \neq 0$

4	Точка разрыва функции $y = \frac{4}{x-2}$	1) 0 3) 3 +2) 2 4) 4
5	Производная функция $y = \sin(x^2+1)$ имеет вид	1) $-2x \cos(x^2+1)$ 3) $\cos(x^2+1)$ 2) $x \cos(x^2+1)$ 4) $2x \cos(x^2+1)$
6	Множество первообразных функции $f(x) = \sin 2x$ имеет вид	1) $-\frac{1}{2} \cos 2x + c$ 2) $2 \cos 2x + c$ 3) $2 \cos x + c$ 4) $\frac{1}{2} \cos 2x + c$
7	Из рядов сходятся а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$ ; б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt[3]{n}}$ ; в) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt[3]{n^3}}$	1) только а) и в) 2) только а) и б) 3) только а) 4) только в)
8	Укажите метод интегрирования $\int x \cdot \sin x \cdot dx$	4) непосредственное 5) метод замены переменной 6) метод интегрирования по частям 7) интегрирование рациональных дробей
9	Дано дифференциальное уравнение $xy' = 2y$ при $y(1) = 1$ . Тогда интегральная кривая, которая определяет решение этого уравнения, имеет вид	1) $y=x^2$ 2) $y=x$ 3) $y=x^2+1$ 4) $y=-x$
10	Непрерывная случайная величина $X$ распределена нормально, с плотностью $f(x)$ . Указать сумму значений математического ожидания и среднего квадратического отклонения. $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x+3)^2}{2}}$	1) 0 2) 1 3) -2 4) -3

### Ориентировочные вопросы теста №1 к аттестации раздела 1

№	Задание	Ответ
1	Системой называют:	1) упорядоченную совокупность целенаправленно взаимодействующих элементов. 2) упорядоченную совокупность нецеленаправленно взаимодействующих элементов. 3) неупорядоченную совокупность целенаправленно взаимодействующих элементов. 4) упорядоченную совокупность невзаимодействующих элементов
2	Эмерджентностью называют	1) степень упорядоченности отношений между элементами системы. 2) степень разветвленности взаимосвязей элементов системы. 3) проявление качественно новых свойств, не присущих отдельным элементам системы. 4) особый характер взаимосвязей между элементами системы.



3	Целостностью системы называют	<p>1) степень упорядоченности отношений между элементами системы.</p> <p>2) взаимодействие элементов в соответствии с общей целью ее функционирования</p> <p>3) степень разветвленности взаимосвязей элементов системы.</p> <p>4) проявление качественно новых свойств, не присущих отдельным элементам системы.</p>
4	Моделью называют	<p>1) экземпляр из серии изделий массового производства.</p> <p>2) устройство, воспроизводящее строение или действие другого устройства.</p> <p>3) электронную схему в виде полупроводникового кристалла.</p> <p>4) плату со сменными электронными компонентами.</p>
6	Математической моделью называют:	<p>1) воспроизведение процессов, происходящих в оригинале, путем искусственной имитации случайных величин, от которых зависят эти процессы.</p> <p>2) поиск наилучшего варианта решения задачи с точки зрения достижения намеченной цели</p> <p>3) описание явлений внешнего мира методами теории вероятностей и математической статистики</p> <p>4) приближенное описание явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики.</p>
7	Остаточная дисперсия – это:	<p>1) общая сумма квадратов отклонений расчетных значений от фактических, разделенная на число наблюдений.</p> <p>2) разность между показателями преломления для наибольшей и наименьшей длин волн</p> <p>3) мера рассеивания случайных величин, измеряемая квадратом отклонения от среднего значения.</p> <p>4) средний квадрат отклонений групповых средних от общей средней</p>
8	Детерминированной математической моделью называют:	<p>1) приближенное описание явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики.</p> <p>2) описание явлений внешнего мира методами теории вероятностей и математической статистики</p> <p>3) наилучший вариант решения задачи с точки зрения достижения намеченной цели</p> <p>4) однозначное функциональное соответствие между входными и выходными параметрами</p>
9	Дифференциальными называют уравнения, связывающие:	<p>1) искомые функции и их аргументы.</p> <p>2) искомые функции и их производные.</p> <p>3) искомые функции и их пределы.</p> <p>4) искомые функции и их значения.</p>
10	Имитационной математической моделью называют:	<p>1) приближенное описание явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики.</p> <p>2) воспроизведение в модели процессов, происходящих в оригинале, путем машинной генерации случайных величин, от которых зависят эти процессы.</p> <p>3) наилучший вариант решения задачи с точки зрения достижения намеченной цели</p> <p>4) воспроизведение оригинала с сохранением его физической природы и геометрического подобия</p>

11	Оптимизационной математической моделью называют:	<p>1) приближенное описание явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики.</p> <p>2) воспроизведение в модели процессов, происходящих в оригинале, путем генерации случайных величин, от которых зависят эти процессы</p> <p>3) наилучший вариант решения задачи с точки зрения достижения намеченной цели</p> <p>4) воспроизведение оригинала с сохранением его физической природы и геометрического подобия</p>
----	--------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Студент на тестировании дает ответы на 10 вопросов. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за тестирование - 10 баллов.

### Шкала оценивания раздела 1

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 1 - 10 баллов Практическая работа 2 – 10 баллов	Тест 1 - 10 б.	30 баллов / 18 баллов

### Ориентировочные вопросы теста №2 к аттестации раздела 2

1	Математическим программированием называют:	<p>1) программирование на ЭВМ решений математических задач.</p> <p>2) оптимальное планирование в условиях ограниченных ресурсов.</p> <p>3) воспроизведение в модели процессов, происходящих в оригинале, путем машинной генерации случайных величин, от которых зависят эти процессы.</p> <p>4) воспроизведение в модели функции (назначения, работы, деятельности) оригинала.</p>
2	Линейным математическим программированием называют:	<p>1) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются нелинейными.</p> <p>2) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются параметрическими.</p> <p>3) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются дифференцируемыми</p> <p>4) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются линейными.</p>
4	Нелинейным математическим программированием называют:	<p>1) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются параметрическими.</p> <p>2) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются дифференцируемыми.</p> <p>3) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются трансцендентными.</p> <p>4) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются нелинейными.</p>

5	Симплексом называют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) простейшее невыпуклое множество данного числа измерений</li> <li>2) простейший невыпуклый многогранник данного числа измерений.</li> <li>3) простейший выпуклый многогранник данного числа измерений.</li> <li>4) простейшее выпуклое многообразие данного числа измерений</li> </ol>
6	Задачи оптимизации в рамках классического математического анализа решаются на основе:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) исследования поведения аргументов исходной функции.</li> <li>2) исследования поведения разрывов исходной функции.</li> <li>3) исследования поведения пределов исходной функции.</li> <li>4) исследования поведения производных исходной функции.</li> </ol>
8	Линейной формой или целевой функцией называют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) функцию, производные которой в процессе оптимизации необходимо сделать минимальными или максимальными.</li> <li>2) функцию, пределы которой в процессе оптимизации необходимо сделать минимальными или максимальными.</li> <li>3) функцию, значения которой в процессе оптимизации необходимо сделать минимальными или максимальными.</li> <li>4) функцию, аргументы которой в процессе оптимизации необходимо сделать минимальными или максимальными.</li> </ol>
9	Параметрами плана или проектными параметрами называют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) зависимые переменные, которые однозначно определяют решаемую задачу оптимизации.</li> <li>2) дополнительные переменные, которые однозначно определяют решаемую задачу оптимизации.</li> <li>3) фиктивные переменные, которые однозначно определяют решаемую задачу оптимизации.</li> <li>4) независимые переменные, которые однозначно определяют решаемую задачу оптимизации.</li> </ol>
10	Пользовательским интерфейсом называют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Аппаратно-программные средства для реализации взаимодействия ЭВМ и пользователя</li> <li>2) Прямоугольная область, используемая для отображения данных или запуска программ</li> <li>3) Система обучения и сертификации специалистов</li> <li>4) Система программ, предназначенных для решения определенного круга задач и определенного круга пользователей</li> </ol>
11	Задать случайную величину - это значит:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) указать, какие предельные значения она может принимать.</li> <li>2) указать, какие средние значения она может принимать и каков разброс этих значений.</li> <li>3) указать все возможные значения этой величины.</li> <li>4) указать, какие значения она может принимать и какова вероятность появления этих значений.</li> </ol>

12	Дескриптивной математической моделью называют:	<p>1) модель, предназначенную для приближенного описания явлений внешнего мира с помощью математической символики.</p> <p>2) модель, воспроизводящую процессы, происходящие в оригинале, путем генерации случайных величин, от которых зависят эти процессы</p> <p>3) модель, обеспечивающую наилучший вариант решения задачи с точки зрения достижения намеченной цели.</p> <p>4) модель, предназначенную для познания окружающего мира и овладения его законами.</p>
13	Вероятностной математической моделью называют:	<p>1) приближенное описание явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики.</p> <p>+2) описание явлений внешнего мира методами теории вероятностей и математической статистики</p> <p>3) наилучший вариант решения задачи с точки зрения достижения намеченной цели</p> <p>4) воспроизведение оригинала с сохранением его физической природы и геометрического подобия</p>
14	Физической моделью называют:	<p>1) приближенное описание явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики.</p> <p>2) воспроизведение оригинала с сохранением его физической природы и геометрического подобия.</p> <p>3) описание явлений внешнего мира методами теории вероятностей и математической статистики</p> <p>4) наилучший вариант решения задачи с точки зрения достижения намеченной цели</p>
15	Регрессионный анализ - это	<p>1) метод, направленный на поиск зависимостей в экспериментальных данных путём исследования значимости различий в средних значениях</p> <p>2) Метод обработки данных, заключающийся в изучении коэффициентов корреляции между переменными</p> <p>3) метод исследования влияния одной или нескольких независимых переменных на зависимую переменную</p> <p>4) процедура, выполняющая сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы.</p>

Студент на тестировании дает ответы на 10 вопросов. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за тестирование - 10 баллов.

### Шкала оценивания раздела 2

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 3 - 5 баллов	Тест 2 - 10 б.	30 баллов / 18 баллов
Практическая работа 4 – 5 баллов		
Практическая работы 5 – 5 баллов		
Практическая работа 6 – 5 баллов		

### Теоретические вопросы на зачет.

1. Способы описания сложных систем.
2. Понятие оптимальности.

3. Классификация методов оптимизации.
4. Методы непрямой оптимизации.
5. Оптимизации.
6. Применение производной при решении практических экстремальных задач.
7. Задачи с ограничениями и без ограничений.
8. Методы безусловной оптимизации.
9. Метод оптимизации Хука-Дживса для овражных функций.
10. Преимущества и недостатки метод Хука-Дживса.
11. Методы условной оптимизации.
12. Ограничения задачи оптимизации.
13. Прямые методы с применением безразмерных параметров.
14. Оптимизация механизмов.
15. Задачи многокритериальной оптимизации.
16. Принцип Эджворта-Парето.
17. Методы задачи сужения множества парето-оптимальных решений

Зачет проводится в устной форме, путем ответа на 2 вопроса из вышеприведенного перечня вопросов. При этом оценивается правильность и полнота ответа. Максимальный балл за зачет – 40 баллов (20 баллов за каждый вопрос).

#### Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтингово й оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
60-100	<i>«зачтено» 24 - 40 баллов</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой</li> <li>– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.</li> </ul>
0-59	<i>«не зачтено» 0 - 23 баллов</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</li> <li>– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.</li> </ul>

#### Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Островский, Г. М. Технические системы в условиях неопределенности: анализ гибкости и оптимизация : учебное пособие / Г. М. Островский. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 322 с. — ISBN 978-5-00101-811-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135531>.

2. Мицель, А. А. Методы оптимизации : учебное пособие / А. А. Мицель. — Москва : ТУСУР, 2017. — 198 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110214>.

Дополнительная литература:

3. Колбин, В. В. Методы принятия решений : учебное пособие / В. В. Колбин. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 640 с. — ISBN 978-5-8114-2029-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71785>.

4. Кудрявцев, К. Я. Методы оптимизации : учебное пособие / К. Я. Кудрявцев, А. М. Прудников. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. — 140 с. — ISBN 978-5-7262-2128-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119485>.

5. Романов, П. С. Математические основы теории систем. Практикум : учебное пособие / П. С. Романов, И. П. Романова. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-3645-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119636>.

6. Шкварцов, В. В. Алгоритм оптимального проектирования : учебное пособие / В. В. Шкварцов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 66 с. — ISBN 978-5-85546-817-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63710>.

7. Гапанович, В. С. Методы решения оптимизационных задач : учебное пособие / В. С. Гапанович, И. В. Гапанович. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 272 с. — ISBN 978-5-9961-0861-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64530>.

8. Ногин, В. Д. Сужение множества Парето: аксиоматический подход / В. Д. Ногин. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. — 272 с. — ISBN 978-5-9221-1638-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91159>

9. Высшая математика. Практикум для студентов технических и экономических специальностей : учебное пособие / Г. Н. Горелов, Б. А. Горлач, Н. Л. Додонова [и др.] ; под общей редакцией Б. А. Горлача. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 676 с. — ISBN 978-5-8114-4423-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140738>.

10. Шелехова, Л. В. Методы оптимальных решений : учебное пособие / Л. В. Шелехова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2165-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91895>.

## **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием. Практические занятия проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерами.

### **Учебно-методические рекомендации для студентов**

#### **1. Указания для прослушивания лекций**

Перед началом занятий внимательно ознакомьтесь с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

## 2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

При подготовке доклада по соответствующим темам подготовить презентацию, реферат и доклад на 15-20 минут.

3. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, историческими первоисточниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету непосредственно перед ним.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

## **Методические рекомендации для преподавателей**

### 1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему практической работы.

Обсудить основные понятия, связанные с темой работы.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов, проконтролировать ход выполнения практической работы.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Рабочую программу составил доцент Мефедова Ю.А.

Рецензент: доцент Грицюк С.Н.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Председатель учебно-методической комиссии Ефремова Т. А.