

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 «Методы оптимизации и оптимального управления»

### **Направление подготовки**

«27.03.04 Управление в технических системах»

### **Основная профессиональная образовательная программа**

«Управление и информатика в технических системах»

### **Квалификация выпускника**

Бакалавр

### **Форма обучения**

Очная

## Цель освоения учебной дисциплины

Цель преподавания дисциплины: ознакомление с общими методами оптимизации; изучение методов теории оптимального управления; привитие студентам навыков в постановке задач оптимального управления и выбора методов решения задач оптимального управления.

Предметом учебной дисциплины «Методы оптимизации и оптимального управления» является изучение теории оптимального управления и приобретение практических навыков ее реализации.

Задачи изучения дисциплины:

1. Освоение основных понятий теории оптимального управления и методов описания динамических систем,
2. Освоение методов решения задач на поиск условного экстремума,
3. Получение практических навыков и умений применения принципа максимума в системах управления,
4. Получение практических навыков и умений применения методов динамического программирования,
5. Получение практических навыков и умений численных методов для решения задач управления.

Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам».

## Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Методы оптимизации и оптимального управления» базируется на изучении дисциплин «Математика», «Численные методы» и других дисциплин математического профиля.

Знания, умения и навыки, приобретенные студентами в процессе изучения дисциплины, в дальнейшем используются во время изучения дисциплин «Надежность технических систем», «Проектирование систем управления и контроля», «Экспертные системы», «Интеллектуальные системы автоматического управления».

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать трудовые функции: В/02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

### Универсальные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УКЦ-3	Способен ставить себе образовательные цели под возни-	З-УКЦ-3 Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования

	кающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций	на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств У-УКЦ-3 Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение всей жизни с использованием цифровых средств В-УКЦ-3 Владеть: методами управления собственным временем, технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Постановка, проведение и обработка экспериментальных исследований над объектами профессиональной деятельности	Системы и средства автоматизации, управления, контроля, технического диагностирования и информационного обеспечения	ПК-1 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности работы систем управления	З-ПК-1 Знать: методы исследования систем и элементов систем У-ПК-1 Уметь: систематизировать полученные данные, составлять описание проводимых исследований, подготавливать данные для составления обзоров и отчетов, обосновывать принимаемые проектные решения, выполнять эксперименты по проверке корректности решений В-ПК-1 Владеть: навыками построения моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных средств, навыками тестирования, отладки и верификации

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспита- тельного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разно- плановую внеучеб- ную деятельность
<b>Профессиональное и трудовое воспи- тание</b>	- формирование пси- хологической готов- ности к профессио- нальной деятельности по избранной про- фессии <b>(В15)</b>	Использование воспита- тельного потенциала дис- циплин общепрофессио- нального модуля для: - формирования устойчи- вого интереса к профессио- нальной деятельности, по- требности в достижении результата, понимания функциональных обязанно- стей и задач избранной профессиональной дея- тельности, чувства профес- сиональной ответствен- ности через выполнение учебных, в том числе прак- тических заданий, требую- щих строгого соблюдения правил техники безопасно- сти и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.	1. Организация науч- но-практических конференций и встреч с ведущими специа- листами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и про- ведение предметных олимпиад и участие в конкурсах професси- онального мастерства. 3. Участие в ежегод- ных акциях студенче- ских строительных отрядов

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 3-ем семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 ак. часа.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование разде- ла (темы) дисципли- ны	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттеста- ция раз- дела (форма)	Макси- маль-ный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
<b>1</b>	<b>1</b>	Общая теория опти- мального управления.	<b>12</b>	2		4	6	<b>КЛ1</b>	<b>30</b>
	<b>2</b>	Методы построения оптимальных систем управления.	<b>18</b>	4		-	14		
	<b>3</b>	Метод неопределенных множителей Лагранжа.	<b>14</b>	4		4	6		
<b>2</b>	<b>4</b>	Принцип максимума	<b>12</b>	2		4	6	<b>КЛ2</b>	<b>30</b>

		Л.С. Понтрягина.							
	<b>5</b>	Метод динамического программирования	<b>12</b>	2		4	6		
	<b>6</b>	Численные методы решения задач оптимального управления.	<b>4</b>	2		-	2		
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>72/12</b>	<b>16/6</b>		<b>16/6</b>	<b>40</b>	<b>Зачет</b>	<b>40</b>

\* - сокращенное наименование формы контроля

\*\* - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) эк-замен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
КЛ	Коллоквиум
З	Зачет

### Содержание лекционного курса

<b>Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Учебно-методическое обеспечение</b>
Лекция 1. Введение в дисциплину. Общая характеристика задачи оптимального управления и ее математическая модель. Задачи управления. Классификация методов теории оптимальных процессов. Необходимые условия оптимальности управления, достаточные условия оптимальности и проблема существования оптимального управления.	2	[1-6]
Лекция 2. Математические модели. Переменные состояния (фазовые координаты) управляемого процесса. Управление. Эволюция состояния системы. Дифференциальные уравнения движения.	4	[1-6]
Лекция 3. Критерий качества управления. Автономные системы. Допустимое программное управление. Допустимый закон управления. Допустимые траектории и процессы.	4	[1-6]
Лекция 4. Общая задача математического программирования. Лекция 5. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Применение метода неопределенных множителей Лагранжа при поиске оптимальных законов управления.	2	[1-6]
Лекция 6. Необходимые условия оптимальности для основной задачи программного управления. Принцип максимума Л.С. Понтрягина.	2	[1-6]
Лекция 7. Применение динамического программирования для линейных систем с квадратичным функционалом. Применение динамического программирования для нелинейных систем. Применение динамического программирования для решения дискретных задач.	2	[1-6]
Лекция 8. Численные методы решения задач оптимального управления. Метод локальных вариаций. Метод вариаций в пространстве управлений.	2	[1-6]

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>4</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
Исследование устойчивости линейной стационарной системы. Исследование частотных характеристик типовых динамических звеньев. Исследование замкнутых систем автоматического регулирования	4	[1-6]
Построение систем оптимального управления с помощью множителей Лагранжа	4	[1-6]
Построение систем оптимального управления с помощью принципа максимума	4	[1-6]
Построение систем оптимального управления с помощью метода динамического программирования	4	[1-6]

### Перечень лабораторных работ

Рабочим учебным планом не предусмотрены

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего Часов	Учебно-методическое обеспечение
Факты из линейного функционального анализа (теорема Хана—Банаха об отделимости выпуклых множеств, лемма о нетривиальности аннулятора у собственного подпространства, теорема Дубовицкого—Милютина о непересечении выпуклых конусов, теорема Банаха об открытом отображении и оценка прообраза через норму образа, лемма о замкнутости образа составного линейного оператора, лемма об аннуляторе ядра линейного сюръективного оператора).	6	[1-6]
Дифференцирование отображений нормированных пространств: производные по направлению, по Гато, по Фреше. Теорема о конечном приращении (о среднем). Оператор Немыцкого и его производная. Уравнение в вариациях для ОДУ. Теорема Люстерника об оценке расстояния до множеств уровня оператора и теорема о касательном подпространстве к множеству уровня. Условие регулярности оператора в данной точке: сюръективность производной. Общая задача на экстремум с ограничениями в банаховом пространстве с ограничениями равенства и неравенства. Необходимые условия первого порядка для локального минимума (схема Дубовицкого—Милютина).	14	[1-6]
Правило множителей Лагранжа. Активные индексы и условия дополняющей нежесткости. Единственность множителей Лагранжа в случае невырожденных ограничений равенства. Симметричность необходимых условий минимума относительно перестановки целевого функционала и любого активного ограничения неравенства. Задача на минимакс и ее сведение к гладкой задаче с ограничениями неравенства. Конус критических вариаций в гладкой задаче с ограничениями равенства и неравенства. Его тривиальность — достаточное условие первого порядка для локального минимума.	6	[1-6]

Вопрос о знакоопределенности второй вариации. Необходимое условие Лежандра. Усиленное условие Лежандра. Теория сопряженных точек и условия Якоби. Критерий управляемости линейной системы на данном отрезке.	6	[1-6]
Каноническая понтрягинская задача оптимального управления. Формулировка принципа максимума Понтрягина. Функция Понтрягина. Доказательство ПМ для случая свободного правого конца. Игольчатые вариации управления. Общая идея решения задач оптимального управления с помощью принципа максимума. Краевая задача принципа максимума. Особые и неособые режимы. Проблема синтеза оптимального управления – построения управления как функции от фазовых переменных (обратная связь)..	6	[1-6]
Принцип максимума в задачах с фазовыми и регулярными смешанными ограничениями. Функции ограниченной вариации и порождаемые ими меры. Линейные функционалы над пространством измеримых ограниченных функций и теорема Иосиды—Хьюитта.	2	[1-6]

### **Курсовая работа**

Рабочим учебным планом не предусмотрена

### **Курсовой проект**

Рабочим учебным планом не предусмотрен

### **Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями образовательного стандарта ВО НИЯУ «МИФИ» по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах» реализация компетентностного подхода в процессе изучения дисциплины предполагает организацию интерактивных занятий. Интерактивные занятия проводятся в виде практических занятий, во время которых обучающиеся в непосредственном контакте с преподавателем осваивают практические навыки владения методами теории принятия решений при решении профессиональных задач.

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 научную работу.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий с использованием ПК. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при 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	З – УКЦ-3, УКЕ-1 У- УК-1,	Вопросы входного контроля (письменно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
2	Теория и методы принятия решений	З – УК-1, УКЦ-3, УКЕ-1, ПК-1 У- УК-1, УКЦ-3, УКЕ-1, ПК-1 В-УК-1, УКЕ-1, УКЦ-3, ПК-1	Коллоквиум (письменно)
3	Методы решения оптимизационных задач	З – УК-1, УКЦ-3, УКЕ-1, ПК-1 У- УК-1, УКЦ-3, УКЕ-1, ПК-1 В-УК-1, УКЕ-1, УКЦ-3, ПК-1	Коллоквиум (письменно)
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Зачет	З – УК-1, УКЦ-3, УКЕ-1, ПК-1 У- УК-1, УКЦ-3, УКЕ-1, ПК-1 В-УК-1, УКЕ-1, УКЦ-3, ПК-1	Вопросы к зачету (письменно)

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

#### **Перечень вопросов для входного контроля**

1. Множества основные понятия.
2. Теория множеств операции над множествами.
3. Пересечение и объединение множеств
4. Условная и безусловная вероятности событий.
5. Свойства вероятности.
6. Нахождение вероятностей для связанных и не связанных событий.

Текущий контроль по темам проводится в виде выполнения практических работ, выполняемых на ПК, направленные на решение конкретных задач индивидуально каждым студентом.

На этапе аттестации разделов используется: письменные ответы на вопросы коллоквиума (КЛ). Коллоквиум содержит вопросы по разделам дисциплины, проводится на 8 и 16 неделе обучения. На выполнение задания отводится 45 минут.

#### **Вопросы коллоквиума раздела 1**

1. Дайте определение - лицо, принимающее решения
2. Дайте определение - Эксперт
3. Дайте определение - Консультант
4. Дайте определение - Альтернатива
5. Критерии принятия решений -это
6. Дайте определение - Шкала порядка
7. Дайте определение - Шкала равных интервалов
8. Дайте определение - Шкала пропорциональных оценок
9. Поясните понятие - Множество Парето
10. Поясните суть метода достижимых целей при принятии решений
11. Опишите задачи принятия решений
12. Запишите выражение, определяющее весовые коэф-ты важности критериев
13. Запишите выражение для нормирования критериев
14. Дайте определение - конфликтных ситуаций
15. Дайте определение - Игра
16. Что такое Игра с нулевой суммой



17. Что называется основой игры
18. Дайте определение - Стратегии игрока
19. Дайте определение - конечной и бесконечна игры
20. В каких условиях принимаются решения (поясните)
21. Запишите выражение Критерия Лапласа
22. Запишите выражение Критерия Вальда
23. Запишите выражение Критерия Гурвица
24. Запишите выражение Критерия Сэвиджа
25. Опишите принцип составления матрицы потерь
26. Назовите основные типы задач при принятии решений
27. Опишите метод анализа иерархий МАИ
28. Опишите принцип составления дерева иерархий
29. Как составить матрицы сравнения
30. Что такое согласованность матриц
31. Запишите выражение стохастического критерия согласованности матрицы
32. Опишите критерий ожидаемого значения при принятии решений
33. Дайте определение - апостериорной вероятности
34. Как проводится расчет вектора приоритетов
35. Что такое шкала приоритетов
36. Запишите выражение для определения индекса согласованности приоритетов
37. Дайте определение отношения согласованности приоритетов
38. Что такое локальные приоритеты
39. Что такое глобальные приоритеты
40. Дайте определение дочерним и родительским элементам при составлении дерева иерархий

## Вопросы коллоквиума раздела 2

1. Дайте определение оптимизационной задачи
2. Дайте определение метода решения оптимизационных задач
3. Запишите модель одномерной безусловной оптимизации
4. Запишите модель многомерной безусловной оптимизации
5. Запишите модель условной оптимизации
6. Запишите модель задачи целочисленного программирования
7. Опишите переход от произвольной формы ЗЛП к канонической
8. Сформулируйте симплекс-метод при решении задач ЛП
9. Какие переменные называются базовыми
10. Какие переменные называются свободными
11. Что такое базисное решение
12. Что такое опорный план
13. Опишите постановку и основные свойства задачи ЛП
14. Опишите постановку задачи оптимизации перевозок
15. Запишите модель классической транспортной задачи
16. Запишите модель задачи о назначениях.
17. Что такое целевая функция
18. Как составить модель ограничений при решении задачи ЛП
19. Опишите графический способ решения задач ЛП
20. Запишите вид функционала при решении оптимизационных задач методом вариационного исчисления
21. Запишите уравнение Эйлера
22. Сформулируйте задачу Лагранжа
23. Запишите общий вид функции Лагранжа
24. Запишите виды ограничений при вариационном методе решения оптимизационных задач

25. Запишите вид функции Гамильтона
26. Запишите задачу оптимального быстрогодействия
27. Запишите выражение, определяющее глобальные ограничения
28. Запишите выражение, определяющее неглобальные ограничения
29. Запишите выражение, определяющее изопериметрические ограничения
30. Охарактеризуйте типы задач оптимизации при наложении граничных условий
31. Что такое оптимальная стратегия
32. Запишите необходимые условия применения метода ДП
33. Запишите что является целью использования вероятностного подхода при решении задач ДП
34. Запишите модель вероятностного динамического программирования с конечным числом этапов
35. Запишите модель вероятностного динамического программирования с бесконечным числом этапов
36. Как осуществить преобразование изопериметрических ограничений в неглобальные
37. Сформулируйте Принцип максимума Понтрягина
38. Запишите модель линейного ОУ в виде уравнений в пространстве состояний в матричной форме
39. Что называется уравнением динамики объекта
40. Что характеризуют матрицы А, В, С, Д.

#### **Система оценки аттестации разделов дисциплины**

*Каждый коллоквиум оценивается в 10 баллов. Коллоквиум считается сданным, если студент правильно ответил на 60 процентов от заданных ему вопросов.*

Оценка	Количество верно данных ответов
10 баллов	39-40
9 баллов	36-38
8 баллов	33-35
7 баллов	30-32
6 баллов	27-29
5 баллов	24-26
Менее 5 баллов	менее 24

Итоговые баллы за раздел выставляются в соответствии со шкалой оценки, приведённой ниже

Баллы (рейтинго- вой оценки)	Оценка (стандарт- ная)	Требования к знаниям
26-30	«отлично»	Оценка «отлично» за раздел дисциплины выставляется студенту, если он получил за коллоквиум оценку «отлично», выполнил на отлично и защитил практические работы, предусмотренные курсом в данном разделе, показал отличные знания в области раздела дисциплины. При этом не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.
22-25	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он получил за коллоквиум оценку «хорошо», хорошо выполнил и защитил практические работы, предусмотренные курсом в данном разделе, показывает хорошие знания при ответе на вопросы преподавателя. При этом не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.
18-21	«удовлетво-	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он

	<i>рительно»</i>	получил за коллоквиум оценку “удовлетворительно”, выполнил основную часть практических работ, предусмотренные курсом в данном разделе, показывает удовлетворительные знания по дисциплине в целом. При этом не усвоил всех деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала.
менее 18	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который получил за коллоквиум оценку “неудовлетворительно”, не выполнил основную часть практических работ, предусмотренные курсом в данном разделе, не владеет знаниями по материалам курса.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачета и представляет собой ответы на вопросы письменно

### Вопросы к зачету.

1. Общая постановка задачи математического программирования.
2. Метод неопределенных множителей Лагранжа при поиске максимальных значений.
3. Линейный функционал.
4. Понятие вариации функционала.
5. Вычисление вариации функционала.
6. Квадратичный функционал. Пример.
7. Постановка задачи Эйлера.
8. Уравнение Эйлера.
9. Пример использования уравнения Эйлера для поиска оптимального управления.
10. Понятие близости кривых.
11. Уравнение Эйлера-Пуассона.
12. Пример использования уравнения Эйлера-Пуассона в теории оптимального управления.
13. Вариационные задачи с подвижными границами. Пример в теории управления.
14. Вариационные задачи на условный экстремум.
15. Множители Лагранжа в вариационном исчислении.
16. Пример использования множителей Лагранжа для поиска управлений.
17. Понятие переменных состояния.
18. Постановка задачи оптимального управления.
19. Линеаризация дифференциальных уравнений и ее использование при получении принципа максимума.
20. Принцип максимума.
21. Теорема о числе переключений.
22. Определение моментов переключения.
23. Принцип оптимальности.
24. Уравнение Беллмана.
25. Дискретная форма динамического программирования.
26. Учет ограничений в методе динамического программирования.
27. Постановка задачи линейного программирования.
28. Поиск экстремальных точек.
29. Поиск экстремальных направлений.
30. Симплексный метод.

31. Геометрическая интерпретация симплексного метода.
32. Учет ограничений типа неравенств в линейном программировании.
33. Поиск начальной экстремальной точки.

#### Шкала оценивания на зачете

Зачет проводится в виде письменного ответа по вопросам, сформированным в билеты. Оценка знаний на зачете и начисление баллов производится в соответствии со следующей таблицей:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов	Требования к знаниям на экзамене
«Зачтено»	36 - 40	выставляется студенту, если он полно, грамотно и без ошибок ответил на все вопросы, в том числе и дополнительные.
	30 - 35	выставляется студенту, если он без существенных ошибок ответил на все вопросы, однако допускал отдельные неточности или не демонстрировал достаточно глубокого знания материала
	24-29	выставляется студенту, если он в ответах на вопросы продемонстрировал только знание основного материала, допускал существенные неточности в ответах, недостаточно технически грамотно формулировал ответы
«не зачтено»	менее 24	выставляется студенту, если допускал неправильные ответы на поставленные вопросы или не смог ответить на часть вопросов, не смог подтвердить знание значительной части материала.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	
2 – «неудовлетворительно»	Менее 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой.

«хорошо» — C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» — E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» — F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Колбин, В. В. Методы принятия решений : учебное пособие / В. В. Колбин. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 640 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/71785/#1>
2. Самков, Т. Л. Методы принятия управленческих решений : учебное пособие / Т. Л. Самков. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 123 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/152353/#1>
3. Колбин, В. В. Специальные методы оптимизации / В. В. Колбин. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 384 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/41015/#114>
4. Гапанович, В. С. Методы решения оптимизационных задач : учебное пособие / В. С. Гапанович, И. В. Гапанович. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 272 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/64530/#6>
5. Власов, В. А. Методы оптимизации и оптимального управления : учебное пособие / В. А. Власов, А. О. Толоконский. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. — 88 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/75855/#1>
6. Оптимальное управление в технических системах. Практикум : учебное пособие / Е. А. Балашова, Ю. П. Барметов, В. К. Битюков, Е. А. Хромых. — Воронеж : ВГУИТ, 2017. — 287 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/106785/#5>

## Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в мультимедийном классе.

Практические занятия проводятся в компьютерном классе с использованием программного обеспечения MS Excel.

Для изучения дисциплины используются электронные библиотеки:

- электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2012620735 от 01.08.2012 г.) без ограничения количества пользователей и без ограничения срока использования ресурсов;

- электронно-библиотечная система «Консультант студента» (общество с ограниченной ответственностью «Политехресурс»). Договор № 12-21-910 от 16.07.2021 г. на предоставление доступа к электронной библиотеке к комплектам «Медицина. Здравоохранение. Базовая коллекция», «Книги издательства «Феникс», «Издательский дом МЭМИ», «Книги издательства «Проспект»: «Иностранные языки»... по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Айбукс» (договор № 09-21-910 от 02.07.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Лань» (договор № 10-21-910 от 16.07.2021 г. только на книги издательства «Лань») на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;
- электронно-библиотечная система «Лань» (договор № 11-21-910 от 16.07.2021 г. на книги других издательств-партнёров издательства «Лань») на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;
- электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» (договор № 13-21-910 от 30.08.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;
- электронно-библиотечная система «Консультант врача» (договор № 590KB/05-2021 от 01.06.2021 г.) на предоставление доступа по 06.08. 2022 г.;
- электронно-библиотечная система «BOOK.ru» (договор № 56 от 21.06.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;
- научная электронная библиотека «elibrary» (договор № SU-353/2022 от 14.12.2021 г.) на предоставление доступа по 31.12. 2022 г.
- международный онлайн ресурс ProQuest (договор № 19-21-910 от 18.10.2021 г.) на предоставление доступа по 30.11. 2022 г.

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

1) Следует тщательно планировать и организовывать время, необходимое для изучения дисциплины. Недопустимо откладывать ознакомление с теоретической частью, выполнение индивидуальных заданий по темам практических работ на конец семестра, поскольку это неминуемо приведет к снижению качества освоения материала, индивидуальных заданий. Все виды работ по дисциплине рекомендуется выполнять по календарному плану, приведенному в Рабочей программе.

2) «Сценарий изучения дисциплины» предусматривает следующие схемы: по теоретическому курсу: ознакомление с тематикой лекции; изучение литературы по теме; прослушивание лекции; обсуждение вопросов.

По выполнению индивидуальных работ по темам практических занятий: подготовка к выполнению работы по методическим указаниям; работа на практическом занятии выполнение работы и оформление отчета; защита работы.

3) Изучение дисциплины требует непрерывной работы с литературой. Перед прослушиванием каждой лекции студент должен ознакомиться с материалом по списку, приведенному по теме лекции в рабочей программе. Перед выполнением индивидуальных занятий по темам практических работ необходимо изучить теоретические сведения, приведенные в методических указаниях к выполнению практических работ. Отчет, составляемый после выполнения работы, должен соответствовать варианту, выданному преподавателем в начале выполнения практической работы.

### **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 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 занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой.

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 практики задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

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

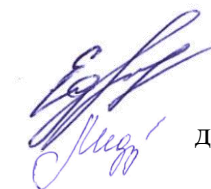
При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

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 направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Рабочую программу составил доцент



Ефремова Т. А.

Рецензент:

доцент, Мефедова Ю. А.

Программа одобрена на заседании УМКН 27.03.04 Управление в технических системах от 31.08.2021 года, протокол №1.

Председатель учебно-методической комиссии



Мефедова Ю.А.