



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

**УТВЕРЖДАЮ**

**И.о. проректора**

**А.В. Троицкий**

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ  
МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ»**

**Направление подготовки:** 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

**Направленность (профиль):** Технология машиностроения

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная, заочная

Королёв  
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

**Автор: профессор, д.т.н., Пашковский И.Э. Рабочая программа дисциплины (модуля): «Методы оптимизации при проектировании машин и оборудования». – Королев МО: «Технологический университет»: 2023**

**Рецензент: к.т.н., с.н.с. Привалов В.И.**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 9 от 11 апреля 2023 г.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с. 	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.
Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 9 от 28.03.2023 г.			

**Рабочая программа согласована:**

Руководитель ОПОП  д.т.н., профессор Пашковский И.Э.

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023 г.			

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**Цель** изучения дисциплины состоит в формировании знаний по созданию математических моделей техпроцессов для оптимизации условий выполнения операций; умений по методам выбора и описания критериев оптимальности (целевых функций) и технических ограничений, учитывающих действия различных факторов при выполнении операций; навыков по решению практических задач выбора оптимальных условий выполнения операций с использованием вычислительной техники.

В процессе обучения обучающийся приобретает и совершенствует следующие компетенции:

### **Профессиональные компетенции:**

ПК-6. Способен разрабатывать проекты по внедрению средств автоматизации и механизации технологических операций механосборочного производства и осуществлять контроль за их эксплуатацией.

ПК-9 Способен разрабатывать технологический процесс изготовления машиностроительных изделий серийного (массового) производства.

### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с историей развития теории оптимизации и исследования операций;
- изучение примеров рациональных показателей качества и связь их с эффективностью эксплуатации машин и оборудования;
- получение навыков построения системы целей, обоснование и выбор критериев оптимальности; построения целевых функций и ограничений при оптимизации режимов технологических процессов и операций и конструктивных параметров машин и оборудования;
- ознакомление с вариантами математической постановки оптимизационных задач при проектировании технологических процессов и операций, машин и оборудования, требования и примеры;
- изучение вариационных методов решения оптимизационных задач; методов поиска экстремума в однопараметрических задачах проектирования машин и оборудования; методов линейного и квадратичного программирования;
- ознакомление с методами решения задач многокритериальной оптимизации (энтропийный подход при многокритериальной оптимизации сложных систем).

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

### **Трудовые действия:**

- разрабатывает планы расположения средств автоматизации и механизации технологических процессов на участке;
- осуществляет контроль за правильной эксплуатацией, обслуживанием средств автоматизации и механизации технологических процессов;
- разрабатывает маршрутную технологию и технологические операции изготовления изделий серийного (массового) производства;

- оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления изделий серийного (массового) производства.

**Необходимые умения:**

- умеет рассчитывать необходимое количество средств автоматизации и механизации и разрабатывать план их размещения;

- умеет контролировать операции периодического (регламентного) технического обслуживания средств автоматизации и механизации технологических и подъемно-транспортных операций;

- умеет выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов изготовления машиностроительных изделий серийного (массового) производства;

- умеет выбирать схемы базирования и закрепления заготовок машиностроительных деталей серийного (массового) производства.

**Необходимые знания:**

- знает принципы и правила размещения средств автоматизации и механизации технологических процессов на участке, методы расчета основного, вспомогательного оборудования и рабочих мест для различных типов производств;

- знает правила эксплуатации и технического обслуживания средств автоматизации и механизации технологических и подъемно-транспортных операций, применяемых в организации;

- знает порядок согласования и утверждения технологической и конструкторской документации;

- знает основные методы, способы и средства контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Методы оптимизации при проектировании машин и оборудования» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Дисциплина реализуется кафедрой техники и технологии.

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах: «Информатика», «Математический анализ», «Физика» и частично освоенных компетенциях: УК-1,2; ОПК-1,3,6,8,10.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Методы оптимизации при проектировании машин и оборудования» являются базовыми для изучения дисциплин: «Технология сборки», «Проектирование технологической оснастки», «Автоматизация технологических процессов и автоматизированное оборудование», «Основы проектирования автоматизированных участков», прохождения практики (НИР), выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Практическая подготовка обучающихся составляет 4 часа.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>			<b>108</b>	
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	64			64	
Лекции (Л)	32			32	
Практические занятия (ПЗ)	32			32	
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка	4			4	
<b>Самостоятельная работа</b>	44			44	
<i>Курсовые работы (проекты)</i>					
<i>Расчетно-графические работы</i>					
<i>Контрольная работа, домашнее задание</i>	+			+	
<i>Текущий контроль знаний</i>	Тест			+	
<b>Вид итогового контроля</b>	Зачет / Экзамен			Зачет с оценкой	
<b>ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	16			16	
Лекции (Л)	8			8	
Практические занятия (ПЗ)	8			8	
Лабораторные работы (ЛР)	-			-	
Практическая подготовка	4			4	
<b>Самостоятельная работа</b>	92			92	
<i>Курсовые работы (проекты)</i>					
<i>Расчетно-графические работы</i>					
<i>Контрольная работа, домашнее задание</i>	+			+	
<i>Текущий контроль знаний</i>	+			+	
<b>Вид итогового контроля</b>	Зачет / Экзамен			Зачет с оценкой	

## 4. Содержание дисциплины (модуля)

### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

**Таблица 2**

Наименование тем	Лекции, час, очн. /заоч. форма	Практические занятия, час очн. /заоч. форма	Занятия в интерактивной форме, час очн. /заоч. форма	Практическая подготовка, час очн. /заоч. форма	Код компетенций
Тема 1. Предмет и роль методов оптимизации при проектировании тех. процессов и машин.	<b>2/0,5</b>	<b>2/0,5</b>			ПК-6 ПК-9
Тема 2. Математическая постановка задач оптимизации.	<b>2/0,5</b>	<b>2/0,5</b>	<b>2/1</b>	<b>1/1</b>	ПК-6 ПК-9
Тема 3. Вариационные методы решения оптимизационных задач.	<b>2/0,5</b>	<b>2/0,5</b>			ПК-6 ПК-9
Тема 4. Прямые методы поиска экстремума однопараметрических задач.	<b>4/1</b>	<b>4/1</b>	<b>2/1</b>	<b>1/1</b>	ПК-6 ПК-9
Тема 5. Методы линейного программирования.	<b>2/0,5</b>	<b>2/0,5</b>			ПК-6 ПК-9
Тема 6. Методы многомерной оптимизации.	<b>4/1</b>	<b>4/1</b>	<b>4/1</b>	<b>1/1</b>	ПК-6 ПК-9
Тема 7. Методы целочисленного решения оптимизационных задач.	<b>4/1</b>	<b>4/1</b>			ПК-6 ПК-9
Тема 8. Методы динамического программирования.	<b>2/0,5</b>	<b>2/0,5</b>			ПК-6 ПК-9
Тема 9. Методы решения задач многокритериальной оптимизации.	<b>4/1</b>	<b>4/1</b>	<b>4/1</b>	<b>1/1</b>	ПК-6 ПК-9
Тема 10. Задачи исследования операций.	<b>2/0,5</b>	<b>2/0,5</b>			ПК-6 ПК-9
Тема 11. Теория массового обслуживания	<b>2/0,5</b>	<b>2/0,5</b>			ПК-6 ПК-9
Тема 12. Игровые постановки задач оптимизации в условиях неопределенности.	<b>2/0,5</b>	<b>2/0,5</b>			ПК-6 ПК-9
<b>Итого</b>	<b>32/8</b>	<b>32/8</b>	12/4	4/4	

## 4.2. Содержание тем дисциплины

### **Тема 1. Предмет и роль методов оптимизации при проектировании машин и история ее развития.**

Понятие оптимального проектирования. Автоматизированное проектирование. Прикладные методы оптимизации. История развития методов оптимизации при проектировании технологических процессов и машин. Ученые внесшие большой вклад в развитие современной теории оптимизации: Л.В. Кантарович, Дж. Данскин, Г. Кун, А. Таккер, Л.С. Понтрягин, Н.Н. Моисеев, Р. Беллман, Р. Гомори, А.А. Милютин, А.Я. Дубовицкий и многие др.

### **Тема 2. Математические постановки и классификация задач оптимизации.**

Общие понятия задач оптимизации. Постановка однопараметрической задачи оптимизации без ограничений. Рассмотрим наиболее простой случай постановки задачи. Все факторы, от которых зависит критерий функционирования объекта, делятся на две группы: 1) заданные, заранее известные факторы (условия функционирования), на которые мы влиять не можем; 2) зависящие от нас факторы которые мы, в известных пределах, можем выбирать по своему усмотрению. Типовой случай – когда не все условия функционирования известны заранее, а некоторые из них содержат элемент неопределенности, действия которых заранее неизвестны. Задачи на максимум и минимум.

### **Тема 3. Вариационные методы решения оптимизационных задач.**

Типичны математические задачи, относящиеся к классу вариационных задач. Математические методы решения вариационных задач. Рассмотрение простейших хорошо известных вариационных методов («задачи на максимум и минимум»). Для нахождения максимума или минимума (экстремума) функции нужно продифференцировать ее по аргументу (или аргументам, если их несколько), приравнять производные нулю и решить полученную систему уравнений. Аналитические и численные методы математического программирования. Классический метод Лагранжа.

### **Тема 4. Прямые методы поиска экстремума однопараметрических задач.**

Погрешность приближенного отыскания экстремума. Методы простой итерации. Алгоритм метода дихотомии (половинного деления). Алгоритм метода Фибоначи. Алгоритм метода золотого сечения.

### **Тема 5. Методы линейного программирования.**

Обоснование критерия оптимальности и управляемых переменных. Определение целевой функции. Основные свойства Решение задач линейного программирования графическим методом, симплекс методом, табличным методом. Постановка задач о назначениях. Числовые примеры.

## **Тема 6. Методы многомерной оптимизации.**

Особенности многомерной оптимизации. Этапы поиска решений. Выбор начальных условий поиска. Линейная поверхность отклика. Оценка результатов исследований. Нелинейные модели поверхности отклика. Методы организации переходов. Метод исключения. Градиентный метод с использованием методов однопараметрической оптимизации. Метод наискорейшего спуска. Метод Гаусса-Зайдела. Метод конфигураций. Методы квадратичного и выпуклого программирования.

## **Тема 7. Методы целочисленного решения оптимизационных задач.**

Целочисленное программирование. Дискретная форма задачи. Унифицированный метод решения – поиск по дискретным точкам.

## **Тема 8. Методы динамического программирования.**

Постановка и решение задач динамического программирования. Идея и области применения метода динамического программирования. Принцип оптимальности. Задачи с сепарабельной целевой функцией. Основное функциональное уравнение. Частный алгоритм реализации метода. Представление и преобразование данных. Векторный параметр состояния. Динамическое программирование и вариационные задачи. Составление и анализ функциональных уравнений. Построение графа (дерева) решений. Прямое и обратное решение. Использование вероятностных методов и экспертных оценок в решении оптимизационных задач.

## **Тема 9. Методы решения задач многокритериальной оптимизации.**

Задачи многокритериальной оптимизации. Множественность показателей эффективности, из которых некоторые желательно максимизировать, а другие – минимизировать, характерна для любой сложной задачи исследования операций. В общем случае не существует решения, которое обращало бы в максимум один показатель и одновременно в максимум (или минимум) другой показатель, тем более, такого решения не существует для нескольких показателей. Количественным анализ эффективности может оказаться весьма полезным и в случае нескольких показателей эффективности. Он позволяет заранее отбросить явно нерациональные варианты решений, уступающие лучшим вариантам по всем показателям. Ряд решений можно отбраковать. На практике часто пытаются искусственно объединить несколько показателей в один обобщенный критерий. Нередко в качестве такого обобщенного критерия берут дробь – в числителе ставят те показатели, которые желательно увеличить, а в знаменателе, – те, которые желательно уменьшить. Часто «составные критерии» предлагаются не в виде дроби, а в виде «взвешенной суммы» отдельных показателей эффективности. Метод уступок.

### **Тема 10. Задачи исследования операций.**

Основные понятия и принципы исследования операций. История развития теории оптимизации и исследования операций. Разновидности задач исследования операции и подходов к их решению. Изучение систем управления, моделей систем управления и получение решений на моделях. Математические модели операций. Построение системы целей, обоснование критериев оценки достижения целей, и критериев оптимальности, построение целевых функций и ограничений.

### **Тема 11. Теория массового обслуживания.**

Задачи теории массового обслуживания. Простейший поток. Обслуживание с ожиданием. Приоритетное обслуживание. Общие принципы построения Марковских процессов. Система с ограниченным временем ожидания. Система с ограниченным временем пребывания. Изучение входящего потока требований. Случайные процессы. Полумарковские процессы систем обслуживания. Статистическое моделирование систем. Элементы метода Монте-Карло.

### **Тема 12. Игровые постановки задач оптимизации в условиях неопределенности.**

В последнюю очередь рассмотрим случай, возникающий в так называемых конфликтных ситуациях, когда неизвестные параметры зависят от активно противодействующего нам противника. Такие ситуации характерны для боевых действий, отчасти для спортивных соревнований, в конкуренции и т.д. При выборе решений в подобных случаях может оказаться полезным математический аппарат так называемой теории игр - математической теории конфликтных ситуаций. Модели конфликтных ситуаций, изучаемые в теории игр, основаны на предположении, что мы имеем дело с разумным противником, всегда выбирающим свое поведение наихудшим для нас (и наилучшим для себя) способом. Такая идеализация конфликтной ситуации может подсказать наименее рискованное, «перестраховочное» решение виду. Постановка игровых задач заключается в том, что цель проектируемой системы является, например, максимизировать выбранный критерий эффективности, а задача противника минимизировать этот критерий. Минимаксные задачи. Методы решения игровых задач.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Методы оптимизации при проектировании машин и оборудования».

### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Методы оптимизации при проектировании машин и оборудования» приведена в Приложении 1.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **Основная литература:**

1. Аверченков В. И. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – 4-е изд., стер. – М.: ФЛИНТА, 2021. – 271 с. – ISBN 978-5-9765-1278-8. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1843197>  
- Режим доступа: по подписке.
2. Аттетков А.В. Методы оптимизации: учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. – М.: РИОР : ИНФРА-М, 2019. – 270 с. (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-369-01037-2. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002733>  
- Режим доступа: по подписке.
3. Крутиков В.Н. Методы оптимизации: учебное пособие / В.Н. Крутиков, В.В. Мишечкин. – 2-е изд., доп и перераб. – Кемерово: КемГУ, 2019. – 106 с. – ISBN 978-5-8353-2437-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/135233>  
- Режим доступа: для авторизованных пользователей.
4. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: учебное пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. – 4-е изд., испр. – СПб: Лань, 2021. – 512 с. – ISBN 978-5-8114-1887-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/168850>  
- Режим доступа: для авторизованных пользователей.

### **Дополнительная литература:**

1. Колбин В.В. Специальные методы оптимизации: учебное пособие / В.В. Колбин. – СПб: Лань, 2021. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-1536-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/168614> (дата обращения: 27.02.2022). —  
Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Методы оптимизации в примерах в пакете MathCAD 15. Часть 3. Многомерная оптимизация. Аналитические методы : учебное пособие / С.В. Рыков, И.В. Кудрявцева, С.А. Рыков, В.А. Рыков. – СПб: НИУ ИТМО, 2018. – 165 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/136456>  
- Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Методы оптимизации в примерах в пакете MathCAD 15. Часть 4. Методы оптимизации. Тесты с ответами: учебное пособие / С.В. Рыков, И.В. Кудрявцева, С.А. Рыков, В.А. Рыков. – СПб: НИУ ИТМО, 2018. – 85 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/136457>  
- Режим доступа: для авторизованных пользователей.

4. Певнева А.Г. Методы оптимизации: учебное пособие / А.Г. Певнева, М.Е. Калинкина. – СПб: НИУ ИТМО, 2020. – 64 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/191071>  
- Режим доступа: для авторизованных пользователей.
5. Прокопенко Н.Ю. Методы оптимизации: учебное пособие / Н.Ю. Прокопенко. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2018. – 118 с. – ISBN 978-5-528-00287-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/164796>  
- Режим доступа: для авторизованных пользователей.
6. Рыков В.А. Методы оптимизации в примерах в пакете MATHCAD 15: учебно-методическое пособие / В.А. Рыков, К.А. Старков. – СПб: НИУ ИТМО, 2020 – Часть 7: многомерная оптимизация. Численный метод нулевого порядка. Метод наилучшей пробы, 2020. – 85 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/190874>  
- Режим доступа: для авторизованных пользователей.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

- |  |   |
|--|---|
| 1. Российская государственная библиотека                                     | <a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>  |
| 2. Библиотека по естественным наукам РАН                                     | <a href="http://www.benran.ru">http://www.benran.ru</a>   |
| 3. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)          | <a href="http://www.viniti.ru">http://www.viniti.ru</a>   |
| 4. Государственная публичная научно-техническая библиотека                   | <a href="http://www.gpntb.ru">http://www.gpntb.ru</a>   |
| 5. Научная электронная библиотека eLIBRARY                                   | <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>   |
| 6. Университетская библиотека  | <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>   |
| 7. Электронно-библиотечная система Znanium                                   | <a href="http://znanium.ru">http://znanium.ru</a>   |
| 8. <u>Электронный каталог библиотеки МГОТУ «Технологический университет»</u> | <a href="http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta">http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta</a> |

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

**Перечень программного обеспечения:** MSOffice, Power Point, программные комплексы «AutoCAD», «Компас».

### **Информационные справочные системы:**

Электронные ресурсы образовательной среды Университета.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект презентаций/слайдов – демонстрационных материалов по разделам курса в Power Point.

### **Практические занятия:**

- Аудитория, оснащенная мультимедийными средствами (проектор, компьютер, экран), демонстрационными материалами (наглядными пособиями);
- рабочее место преподавателя, оснащенное ПК с доступом в сеть Интернет.

Проведение компьютерного тестирования может осуществляться в компьютерном классе Университета, а также с использованием возможностей информационно-обучающей среды.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ  
МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ»**

Направление подготовки: 15.03.06 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Направленность (профиль): Технология машиностроения

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королёв  
2023

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	ПК-6	Способен разрабатывать проекты по внедрению средств автоматизации и механизации технологических операций механосборочного производства и осуществлять контроль за их эксплуатацией.	Темы 1-12	<p>Разрабатывает планы расположения средств автоматизации и механизации технологических процессов на участке;</p> <p>Осуществляет контроль за правильной эксплуатацией, обслуживанием средств автоматизации и механизации технологических процессов.</p>	<p>Умеет рассчитывать необходимое количество средств автоматизации и механизации и разрабатывать план их размещения;</p> <p>Умеет контролировать операции периодического (регламентного) технического обслуживания средств автоматизации и механизации технологических и подъемно-транспортных операций.</p>	<p>Знает принципы и правила размещения средств автоматизации и механизации технологических процессов на участке, методы расчета основного, вспомогательного оборудования и рабочих мест для различных типов производств;</p> <p>Знает правила эксплуатации и технического обслуживания средств автоматизации и механизации технологических и подъемно-транспортных операций, применяемых в организации.</p>
2	ПК-9	Способен разрабатывать технологический процесс изготовления машиностроительных изделий серийного (массового) производства.	Темы 1-12	<p>Разрабатывает маршрутную технологию и технологические операции изготовления изделий серийного (массового) производства;</p> <p>Оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления изделий серийного (массового) производства.</p>	<p>Умеет выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов изготовления машиностроительных изделий серийного (массового) производства;</p> <p>Умеет выбирать схемы базирования и закрепления заготовок машиностроительных деталей серийного (массового) производства.</p>	<p>Знает порядок согласования и утверждения технологической и конструкторской документации;</p> <p>Знает основные методы, способы и средства контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям.</p>

## 1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценивания компетенции на различных этапах формирования и шкалы оценивания
ПК-6 ПК-9	Доклад	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла;</li> </ul> <p><i>В) не сформирована (компетенция не сформирована) – 2 и менее баллов.</i></p>	<p><i>Проводится в письменной и/или устной форме.</i></p> <p><i>Критерии оценки:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Соответствие содержания доклада заявленной тематике (1 балл).</i></li> <li><i>2. Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл).</i></li> <li><i>3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл).</i></li> <li><i>4. Качество самой представленной работы (1 балл).</i></li> <li><i>5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл).</i></li> </ol> <p><i>Максимальная сумма баллов – 5 баллов.</i></p>
ПК-6 ПК-9	Выполнение контрольной работы	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция, освоена на высоком уровне) - 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла;</li> </ul> <p><i>В) не сформирована (компетенция не сформирована) – 2 и менее баллов.</i></p>	<p><i>Проводится в форме письменной работы.</i></p> <p><i>Время, отведенное на процедуру – семестр.</i></p> <p><i>Неявка на защиту контрольной работы – 0.</i></p> <p><i>Критерии оценки:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Соответствие содержания контрольной работы заявленной тематике (1 балл).</i></li> <li><i>2. Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл).</i></li> <li><i>3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл).</i></li> <li><i>4. Использование специализированного программного обеспечения (1 балл).</i></li> <li><i>5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл).</i></li> </ol> <p><i>Максимальная сумма баллов – 5 баллов.</i></p> <p><i>Оценка проставляется в электронный журнал.</i></p>

**2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Примерная тематика докладов в презентационной форме и контрольных работ:**

1. Целочисленное программирование.
2. Понятие о нелинейном программировании.
3. Задачи многокритериальной оптимизации.
4. Предмет и задачи теории игр
5. Антагонистические матричные игры
6. Методы решения конечных игр
7. Элементы теории массового обслуживания
8. Основная задача линейного программирования
9. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования
10. Метод Гомори
11. Методы решения задач линейного программирования
12. Задача о назначениях
13. Метод последовательного улучшения плана
14. Задача коммивояжера
15. Симплексный метод
16. Транспортная задача и ее опорные решения

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Методы оптимизации при проектировании машин и оборудования» являются две текущие аттестации в виде тестов и промежуточная аттестация (итоговый контроль) в виде зачета.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающих знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
В соответствии с графиком учебного процесса	тестирование	ПК-6 ПК-9	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка – 0 Удовлетворительно – от 51% правильных ответов. Хорошо – от 65%. Отлично – от 85%.
В соответствии с графиком учебного процесса	тестирование	ПК-6 ПК-9	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно – от 51% правильных ответов. Хорошо – от 65%. Отлично – от 85%.
В соответствии с графиком учебного процесса	Зачет с оценкой	ПК-6 ПК-9	2 вопроса	Зачет с оценкой проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты предоставляются в день проведения зачета	Критерии оценки: «Отлично»: <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</li> </ul>

						<ul style="list-style-type: none"> <li>• ответ на вопросы билета. «Хорошо»:</li> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</li> <li>• ответы на вопросы билета</li> <li>• неправильно решено практическое задание «Удовлетворительно»: демонстрирует частичные знания по темам дисциплин</li> <li>• незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике:</li> <li>• не работал на практических занятиях; «Неудовлетворительно»</li> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплин</li> <li>• незнание основных понятий предмета;</li> <li>• неумение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• не работал на практических занятиях; не отвечает на вопросы.</li> </ul>
--	--	--	--	--	--	--

#### **4.1. Типовые вопросы, выносимые на тестирование**

Тесты используются в режиме промежуточного контроля. По форме заданий используются: вопросы с одним (несколькими) правильными ответами, заполнение пропущенных терминов (словосочетаний), сопоставление понятий.

**1. Базисным решением системы  $m$  линейных уравнений с  $n$  переменными** называется решение, в котором.

- 1) все  $m$  неосновных переменных равны нулю
- 2) все  $n-m$  неосновных переменных равны нулю
- 3) все  $m$  неосновных переменных не равны нулю
- 4) все  $n-m$  неосновных переменных не равны нулю

**2. При решении задачи линейного программирования геометрическим методом оптимальным решением может быть.**

- 1) одна точка
- 2) две точки
- 3) отрезок
- 4) интервал

**3. Общая задача линейного программирования может включать в себя.**

- 1) систему ограничений в виде неравенств
- 2) систему ограничений в виде равенств
- 3) требования оптимизации нелинейной целевой функции
- 4) требования оптимизации линейной целевой функции

**4. Критерий оптимальности решения задачи линейного программирования при отыскании максимума линейной функции с выражением линейной функции через неосновные переменные ..., то решение задачи оптимально.**

- 1) отсутствуют отрицательные коэффициенты при неосновных переменных
- 2) отсутствуют положительные коэффициенты при неосновных переменных
- 3) отсутствуют положительные коэффициенты при основных переменных
- 4) присутствуют положительные коэффициенты при основных переменных

**5. Для взаимно-двойственных задач линейного программирования.**

- 1) в общих задачах ищется максимум или в обеих — минимум
- 2) в одной задаче ищется максимум в другой — минимум
- 3) матрицы коэффициентов при переменных в системах ограничений обеих задач совпадают
- 4) матрицы коэффициентов при переменных в системах ограничений обеих задач являются транспонированными друг другу

**6. Метод северо-западного угла: «поставщик» - «потребитель» так, чтобы:**

- 1) переменной  $x_{11}$  дается минимально возможное значение
- 2) переменной  $x_{11}$  дается максимально возможное значение
- 3) после вычеркивания первого столбца северо-западным элементом будет являться элемент  $x_{12}$
- 4) после вычеркивания первого столбца северо-западным элементом будет являться элемент  $x_{11}$
- 5) после вычеркивания первого столбца северо-западным элементом будет являться элемент  $x_{21}$

**7. Согласно первой теореме двойственности:**

- 1) если одна задача имеет оптимальное решение, то двойственная задача оптимального решения не имеет
- 2) если одна задача имеет оптимальное решение, то двойственная задача тоже имеет оптимальное решение
- 3) если линейная функция одной из задач не ограничена, то условия двойственной задачи противоречивы
- 4) если линейная функция одной из задач не ограничена, то линейная функция двойственной задачи тоже не ограничена

**8. Распределенный метод решения транспортной задачи**

- 1) поставка, передаваемая по циклу определяется как минимум среди поставок в клетках цикла со знаком «+»
- 2) поставка, передаваемая по циклу определяется как минимум среди поставок в клетках цикла со знаком «-«
- 3) поставка, передаваемая по циклу не может быть ни меньше, ни больше минимума поставок клеток цикла со знаком «-«
- 4) поставка, передаваемая по циклу не может быть ни меньше, ни больше минимума поставок клеток цикла со знаком «+»

**9. Задачи конечномерной оптимизации делятся на ...**

- 1) точные
- 2) приближенные
- 3) аналитические
- 4) эвристические

**10. Пусть решается задача определенного экстремума. Составим функцию Лагранжа:  $L(x_1, \dots, x_n) = f(x_1, \dots, x_n) + \sum l_j j_i(x_1, \dots, x_n)$ . Для определения стационарных точек необходимо.**

- 1) приравнять к нулю производные  $L$  по переменным  $x_1, \dots, x_n$
- 2) приравнять к нулю производные  $L$  по переменным  $l_1, \dots, l_m$
- 3) приравнять к нулю производные  $L$  по переменным  $x_1, \dots, x_n$  и производные  $L$  по переменным  $l_1, \dots, l_m$
- 4) приравнять к нулю производные  $L$  по переменным  $x_1, \dots, x_n$  и приравнять к нулю функции  $j_1, \dots, j_m$

**11. Математическая постановка задачи оптимального уравнения включает следующие элементы**

- 1) математическое описание объекта управления
- 2) описание состояния внешней среды
- 3) предмодельный анализ экономической сущности
- 4) описание управляющего воздействия
- 5) математическое описание критерия качества управления
- 6) описание изменения (движения) объекта управления

**12. Транспортная задача. Найти объемы перевозок для каждой пары «поставщик» — «потребитель» так, чтобы:**

- 1) мощности всех поставщиков были реализованы
- 2) мощности всех поставщиков были минимальны
- 3) спросы всех потребителей были минимальны
- 4) спросы всех потребителей были удовлетворены
- 5) суммарные затраты на перевозку были минимальны
- 6) суммарные затраты на перевозку были бы удовлетворены

**13. Методы отсечения:**

- 1) мощности всех поставщиков были реализованы
- 2) сначала задача решается без условия целочисленности
- 3) сначала задается в задаче условие целочисленности
- 4) вводится дополнительное ограничение правильности отсечения
- 5) дополнительное ограничение правильности отсечения выполняются автоматически

**14. В задаче многокритериальной оптимизации для оценки качества найденных решений используют эталонные точки:**

- 1) идеальная точка
- 2) утопическая точка
- 3) оптимальная точка
- 4) надир

**15. Задачи теории массового обслуживания:**

- 1) определения максимальной длины очереди
- 2) определение необходимой скорости обслуживания
- 3) рациональное построение очереди
- 4) определение количества приборов обслуживания, которые работают параллельно

**16. Для Марковского процесса в физической системе характерно:**

- 1) для каждого момента времени вероятность любого состояния системы в будущем зависит только от состояния системы в настоящий момент
- 2) для каждого момента времени вероятность любого состояния системы в будущем зависит от состояния системы в прошлые моменты времени
- 3) для каждого момента времени вероятность любого состояния системы в будущем не зависит от того, каким образом система пришла в это состояние
- 4) для каждого момента времени вероятность любого состояния системы в будущем не зависит от того, каким образом система пришла в это состояние

**17. Общая задача целочисленного программирования: Найти такое решение  $X=(x_1, \dots, x_n)$ , при котором линейная функция  $Z=Sc_jx_j$  принимает минимальное или максимальное значение при ограничениях:**

- 1)  $Z=Sc_jx_j$ ,  $c_j$  и  $x_j$  — целые
- 2)  $Z=Sa_{ij}x_j=b_i$ ,  $a_{ij}$ ,  $x_j$  и  $b_i$  — целые
- 3)  $Z=Sa_{ij}x_j=b_i$ ,  $a_{ij}$  и  $b_i$  — целые
- 4)  $x_j \geq 0$ ,  $x_j$  — целые

**18. Особенности модели динамического моделирования:**

- 1) задача оптимизации интерпретируется как многошаговый процесс управления
- 2) целевая функция равна сумме целевых функций каждого шага
- 3) количество управляющих переменных может быть бесконечно
- 4) количество управляющих переменных — конечно

**19. Если число ресурсов, которые распределяются по работам равно числу работ и один ресурс назначается только на одну работу, то задача линейного программирования, к которой сводится задача имеет основные ограничения...**

- 1) Все ограничения равенства
- 2) Все ограничения неравенства вида  $\leq$
- 3) Все ограничения неравенства вида  $\geq$
- 4) Ограничения могут быть как равенства, так и неравенства

**20. Задача о назначениях с минимизацией критерия имеет матрицу затрат вида:**

	D	E	F
A	6	3	4
B	2	8	5
C	1	7	9

**Ее решение будет:**

+A-E, B-F, C-D

A-D, B-F, C-E

A-F, B-D, C-E

A-F, B-E, C-D

**Суммарные затраты для задачи равны...**

Выберите один ответ.

- 1) 7
- 2) 6
- 3) 9
- 4) 0

**21. Какие компьютерные программы предназначены для помощи ЛПР в решении многокритериальных задач о назначении?**

- 1) Системы управления базами данных
- 2) Интеллектуальные информационные системы
- 3) Коммуникационные системы
- 4) Системы программирования

**22. В выборах участвуют 3 кандидата: А, В и С. Предпочтения 30 избирателей распределились следующим образом:**

Предпочтения	Число голосов	Предпочтение	Число голосов
$A \rightarrow B \rightarrow C$	6	$B \rightarrow C \rightarrow A$	4
$A \rightarrow C \rightarrow B$	5	$C \rightarrow A \rightarrow B$	4
$B \rightarrow A \rightarrow C$	6	$C \rightarrow B \rightarrow A$	5

**Кто победил по методу голосования Кондорсе?**

- 1) Победил А
- 2) Победил В
- 3) Победил С
- 4) Однозначно выявить победителя нельзя

**23. Исходные данные о выборах приведены в предыдущем задании. Кто победил по методу голосования Борда?**

- 1) Победил А
- 2) Победил В
- 3) Победил С
- 4) Однозначно выявить победителя нельзя

**24. Исходные данные о выборах приведены в предыдущем задании. Кто победил по методу большинства первых мест в одном туре?**

- 1) Победил А
- 2) Победил В
- 3) Победил С
- 4) Однозначно выявить победителя нельзя

**25. Как называется принцип голосования «коллективный выбор в системе голосования должен повторять в точности единогласное мнение всех голосующих»?**

- 1) Аксиома универсальности
- 2) Аксиома единогласия
- 3) Аксиома полноты
- 4) Аксиома транзитивности

**26. Из двух кандидатов каждый избиратель выбирает лучшего. Побеждает тот, который будет большее число раз выбран лучшим. Какая аксиома Эрроу не может быть проверена в данной системе голосования?**

- 1) Аксиома универсальности
- 2) Аксиома единогласия
- 3) Аксиома полноты
- 4) Аксиома транзитивности

**27. Несколько конкурентов, выпускающих аналогичный товар, пытаются договориться о объемах выпускаемого товара. Каждый производитель хочет увеличить свой объем выпуска за счет уменьшения выпуска у конкурентов. Какую математическую модель принятия решений целесообразно здесь использовать.**

- 1) Организацию работы ГПР с помощью посредника
- 2) Теорию игр
- 3) Принятие решений в условиях определенности
- 4) Метод голосования

**28. Какой этап организации работы ГПР нужно выполнить в первую очередь?**

- 1) Сбор информации
- 2) Разработка шкал оценки по критериям
- 3) Определение списка критериев
- 4) Анализ информации

**29. Оптимизация – это...**

- 1) Получение оптимальных результатов в определенных пределах;
- 2) Целенаправленная деятельность, заключающаяся в получении наилучших результатов при соответствующих условиях;
- 3) Ответы а и б – правильные;
- 4) Правильного ответа нет.

**30. На основании выбранного критерия оптимальности составляют...**

- 1) Оптимальную функцию;
- 2) Функцию критерия оптимальности;
- 3) Целевую функцию;
- 4) Правильного ответа нет.

**31. В САПР основными методами оптимизации являются –...**

- 1) Программные методы.
- 2) Векторные методы.
- 3) Поисковые методы.
- 4) Правильного ответа нет.

**32. Необходимость оптимизации в проектировании уже появляется на этапе...**

- 1) Эскизного проектировании;
- 2) Структурного синтеза;
- 3) Инженерного моделирования;
- 4) Ответы а и в – правильные.

**33. Для решения задачи оптимизации первым необходимо сделать...**

- 1) Выбрать критерий оптимальности;
- 2) Составить математическую модель;
- 3) Выбрать метод оптимизации;
- 4) Правильного ответа нет.

**34. При записи математических задач оптимизации в общем виде обычно используют символы?**

- 1)  $f(x)$ ,  $U$ ;
- 2)  $l(x)$ ,  $U$ ;
- 3)  $j(x)$ ,  $U$ ;
- 4) Правильного ответа нет.

**35. Область, в пределах которой выполняются все условия реализуемости называется ...**

- 1) Областью САПР;
- 2) Областью Парето;
- 3) Областью работоспособности;
- 4) Все ответы правильные.

**36. Первый этап построения математической модели – ...**

- 1) Формализация;
- 2) Исследование объекта;
- 3) Исследование рынка;
- 4) Правильного ответа нет.

**37. В задачах оптимизации различают критерии оптимизации...**

- 1) Простые;
- 2) Сложные;
- 3) Ответы а и б – правильные;
- 4) Правильного ответа нет.

**38. Анализ полученного решения бывает ...**

- 1) Формальным;
- 2) Содержательным;
- 3) Примитивным;
- 4) Ответы а и б – правильные.

**39. В математическом программировании отделяют виды решения?**

- 1) Программное;
- 2) Допустимое;
- 3) Собственное;
- 4) Ответы б и в – правильные.

**40. Синтез проектных решений – это ...**

- 1) Сущность проектирования;
- 2) Необходимая составная часть проектирования;
- 3) Основа проектирования;
- 4) Правильного ответа нет.

**41. Анализ – это...**

- 1) Сущность проектирования;
- 2) Необходимая составная часть проектирования;
- 3) Основа проектирования;
- 4) Правильного ответа нет.

**42. Синтез подразделяется на:**

- 1) Анализирующий;
- 2) Параметрический;
- 3) Структурный;
- 4) Ответы б и в – правильные.

**43. В САПР процедуры процедуры параметрического синтеза выполняются в:**

- 1) Интерактивном режиме;
- 2) Автоматический режим;
- 3) Ручном режиме;
- 4) Ответы а и б – правильные.

**44. Каким этапом в общем процессе проектирования имеет место инженерное моделирование?**

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) Правильного ответа нет.

**45. Множество точек пространства выходных параметров, из которых невозможно перемещения, приводит к улучшению всех выходных параметров называют ...**

- 1) Областью САПР;
- 2) Областью работоспособности;
- 3) Областью Парето;
- 4) Другое.

**46. Сепарабельное программирования...**

- 1) Представляет собой Сепарабельное функцию;
- 2) Представляет собой нелинейную функцию;
- 3) Представляет собой сумму функций;
- 4) Правильного ответа нет.

**47. Задача оптимизации сводится к нахождению?**

- 1) Рост целевой функции;
- 2) Экстремума целевой функции;
- 3) Спада целевой функции;
- 4) Правильного ответа нет.

**48. Любой критерий оптимальности имеет...**

- 1) Экономическую природу;
- 2) Природу управления параметров;
- 3) Торговую природу;
- 4) Правильного ответа нет.

**49. Каково назначение редактора P-CAD Symbol Editor?**

- 1) создание схемы Э3;
- 2) создание схемы Э2;
- 3) создание УГО элементов схемы Э3;
- 4) автотрассировщик.

**50. С помощью которого редактора возможно создание посадочных мест элементов на печатную плату?**

- 1) P-CAD Symbol Editor;
- 2) P-CAD Pattern Editor;
- 3) P-CAD Schematic;
- 4) P-CAD PCB.

**51. С помощью какой команды, в программе P-CAD Schematic, возможно генерирования списка электрических связей схемы для их дальнейшей обработки в P-CAD PCB?**

- 1) ERC;
- 2) Generate Netlist;
- 3) Load Netlist;
- 4) Правильного ответа нет.

**52. Создание схем ЭЗ возможно с помощью программы?**

- 1) P-CAD Symbol Editor;
- 2) P-CAD Pattern Editor;
- 3) P-CAD Schematic;
- 4) P-CAD PCB.

**53. В каком слое вводится контур ПП?**

- 1) Top;
- 2) Bottom;
- 3) Board;
- 4) Top Silk.

**54. В чем заключается суть ручного проведения трасс?**

- 1) Прокладка трасс проводится полностью ручным способом в строгом соответствии с замыслом разработчика;
- 2) Разработчик только указывает направление фрагмента трассы, а система формирует ее сама с учетом принятых правил трассировки;
- 3) Ответы а и б – правильные;
- 4) Правильного ответа нет.

**55. При котором алгоритме построения трасс ПП каждое соединение проводится по кратчайшему пути, обходя препятствия, которые встречаются?**

- 1) Ортогональный;
- 2) Волновой;
- 3) Эвристический;
- 4) Правильного ответа нет.

**56. Который с автотрассировщиков основан на безсеточной технологии и реализует принципы оптимизации нейронных сетей?**

- 1) Quick-Route;
- 2) Shape-Based Router;
- 3) Ответы а и б – правильные;
- 4) Правильного ответа нет.

**57. В чем заключается суть интерактивного проведения трасс?**

- 1) Прокладка трасс проводится полностью ручным способом в строгом соответствии с замыслом разработчика;
- 2) Разработчик только указывает направление фрагмента трассы, а система формирует ее сама с учетом принятых правил трассировки;
- 3) Ответы а и б – правильные;
- 4) Правильного ответа нет.

**58. Имеет ли возможность P-CAD проверять схемы ЭЗ на работоспособность?**

- 1) Да;
- 2) Нет;
- 3) Да, но с помощью специальных утилит.

**59. Модель – это**

- 1) аналог (образ) оригинала, но построенный средствами и методами отличными от оригинала
- 2) подобие оригинала
- 3) копия оригинала

**60. Метод – это**

- 1) подходы, пути и способы постановки и решения той или иной задачи в различных областях человеческой деятельности
- 2) описание особенностей задачи (проблемы) и условий ее решения
- 3) требования к условиям решения той или иной задачи

**61. Найти экстремум функции  $f(x)$  при выполнении ограничений  $R_i(x) = a_i$ ,  $\varphi(x) \leq b_j$ , наложенных на параметры функции – это задача**

- 1) условной оптимизации
- 2) линейного программирования
- 3) безусловной оптимизации
- 4) нелинейного программирования
- 5) динамического программирования

**62. Задача, включающая целевую функцию  $f$  и функции  $\Phi$ , входящие в ограничения, является задачей линейного программирования, если**

- 1) все  $\Phi$  и  $f$  являются линейными функциями относительно своих аргументов
- 2) все  $\Phi$  являются линейными функциями относительно своих аргументов, а функция  $f$  – нелинейна
- 3) функция  $f$  является линейной относительно своих аргументов, а функции  $\Phi$  – нелинейны
- 4) только часть функций  $\Phi$  и функция  $f$  являются линейными относительно своих аргументов

**63. Множество всех допустимых решений системы задачи линейного программирования**

- 1) является
- 2) выпуклым
- 3) вогнутым
- 4) одновременно выпуклым и вогнутым

**64. В задачах линейного программирования решаемых симплекс-методом искомые переменные должны быть**

- 1) неотрицательными
- 2) положительными
- 3) свободными от ограничений
- 4) любыми

**65. Задача линейного программирования не имеет конечного оптимума, если**

- 1) в точке А области допустимых значений достигается максимум целевой функции F
- 2) в точке А области допустимых значений достигается минимум целевой функции F
- 3) система ограничений задачи несовместна
- 4) целевая функция не ограничена сверху на множестве допустимых решений

**66. При приведении задачи линейного программирования (ЛП) к виду основной задачи ЛП ограничения вида «< или =>» преобразуются в ограничения равенства добавлением к его левой части дополнительной неотрицательной переменной. Вводимые дополнительные неизвестные имеют вполне определенный смысл. Так, если в ограничениях исходной задачи ЛП отражается расход и наличие производственных ресурсов, то числовое значение дополнительной переменной в решении задачи, записанной в виде основной имеет смысл**

- 1) двойственной оценки ресурса
- 2) остатка ресурса
- 3) нехватки ресурса
- 4) стоимости ресурса

**67. Если ресурс образует «узкое место производства», то это означает**

- 1) ресурс избыточен
- 2) ресурс использован полностью
- 3) двойственная оценка ресурса равна нулю

**68. Модель задачи линейного программирования, в которой целевая функция исследуется на максимум и система ограничений задачи является системой уравнений, называется**

- 1) стандартной
- 2) канонической
- 3) общей
- 4) основной
- 5) нормальной

**69. Модель задачи линейного программирования, в которой целевая функция исследуется на максимум и система ограничений задачи является системой неравенств, называется**

- 1) стандартной
- 2) канонической
- 3) общей
- 4) основной
- 5) нормальной

**70. В линейных оптимизационных моделях, решаемых с помощью геометрических построений число переменных должно быть не больше двух**

- 1) равно двум
- 2) не меньше двух
- 3) не больше числа ограничений
- 4) сколько угодно

#### **4.2. Типовые вопросы, выносимые на зачет с оценкой**

1. История развития теории оптимизации и исследования операций.
2. Показатели качества и связь их с эффективностью эксплуатации машин и оборудования.
3. Системы целей, обоснование и выбор критериев оптимальности.
4. Построение целевых функций и ограничений при оптимизации конструктивных параметров машин и оборудования.
5. Математических модели функционирования объектов и требования к ним.
6. Привести примеры математических постановок оптимизационных задач при проектировании машин и оборудования.
7. Требования к алгоритмам решения оптимизационных задач.
8. Достоинства и недостатки аналитических и статистических моделей функционирования объектов.
9. Вариационные методы решения оптимизационных задач.
10. Методы поиска экстремума в однопараметрических задачах проектирования машин и оборудования.
11. Методы линейного программирования.
12. Методы квадратичного и выпуклого программирования.
13. Задачи исследования операций.
14. Графический метод решения линейных задач.
15. Симплекс метод решения линейных задач.
16. Табличный метод решения линейных задач.
17. Методы динамического программирования.
18. Целочисленные методы оптимизации.
19. Методы решения задач многокритериальной оптимизации.
20. Задачи теории массового обслуживания.
21. Основная задача линейного программирования
22. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования

23. Метод Гомори
24. Методы решения задач линейного программирования
25. Задача о назначениях
26. Метод последовательного улучшения плана
27. Задача коммивояжера
28. Транспортная задача и ее опорные решения
29. Каноническая форма задач линейного программирования
30. Опорные решения задачи линейного программирования в канонической форме
31. Венгерский метод
32. Задача о назначениях
33. Оптимизационные задачи
34. Признак оптимальности опорного решения задачи линейного программирования в канонической форме
35. Предмет и задачи “Исследования операций”
36. Метод отсечения
37. Многокритериальные задачи исследования операций
38. Динамическое программирование

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ  
МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ»**

Направление подготовки: 15.03.06 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Направленность (профиль): Технология машиностроения

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королёв  
2023

## 1. Общие положения

**Цель** изучения дисциплины состоит в формировании знаний по созданию математических моделей техпроцессов для оптимизации условий выполнения операций; умений по методам выбора и описания критериев оптимальности (целевых функций) и технических ограничений, учитывающих действия различных факторов при выполнении операций; навыков по решению практических задач выбора оптимальных условий выполнения операций с использованием вычислительной техники.

### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с историей развития теории оптимизации и исследования операций;
- изучение примеров рациональных показателей качества и связь их с эффективностью эксплуатации машин и оборудования;
- получение навыков построения системы целей, обоснование и выбор критериев оптимальности; построения целевых функций и ограничений при оптимизации режимов технологических процессов и операций и конструктивных параметров машин и оборудования;
- ознакомление с вариантами математической постановки оптимизационных задач при проектировании технологических процессов и операций, машин и оборудования, требования и примеры;
- изучение вариационных методов решения оптимизационных задач; методов поиска экстремума в однопараметрических задачах проектирования машин и оборудования; методов линейного и квадратичного программирования;
- ознакомление с методами решения задач многокритериальной оптимизации (энтропийный подход при многокритериальной оптимизации сложных систем).

## 2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

### **Практическое занятие № 1.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Математическая постановка и классификация задач оптимизации.** Постановка однопараметрической задачи оптимизации без ограничений. Задачи на максимум и минимум. Получение навыков формулировки и постановки математических задач оптимизации.

Продолжительность занятий составляет – 2/0,5ч.

### **Практическое занятие № 2.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Вариационные методы решения оптимизационных задач.** Типичны математические задачи, относящиеся к классу вариационных задач. Математические методы решения вариационных задач. Метод Лагранжа. Изучение основных вариационных методов.

Продолжительность занятия – 2/05 ч.

### **Практическое занятие № 3.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Прямые методы поиска экстремума однопараметрических задач.** Алгоритмы поиска экстремума однопараметрических задач. Алгоритм метода дихотомии (половинного деления). Алгоритм метода Фибоначчи. Алгоритм метода золотого сечения. Реализация этих методов на ЭВМ.

Продолжительность занятия – 2/0,5 ч.

### **Практическое занятие № 4.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Методы линейного программирования.** Решение задач линейного программирования графическим методом. Решение задач линейного программирования симплекс методом. Решение задач линейного программирования табличным методом.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

### **Практическое занятие № 5, 6.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Методы многомерной оптимизации.** Особенности многомерной оптимизации. Этапы поиска решений. Выбор начальных условий поиска. Линейная поверхность отклика. Нелинейные модели поверхности отклика. Алгоритм метода исключения. Алгоритм поиска градиентным методом с использованием методов однопараметрической оптимизации. Метод наискорейшего спуска. Метод Гаусса-Зайдела. Метод конфигураций. Решение практических задач многомерной оптимизации.

Продолжительность занятия – 6/1,5 ч.

### **Практическое занятие № 7.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Методы целочисленного решения оптимизационных задач.** Целочисленное программирование.

Дискретная форма задачи оптимизации. Изучение метода дискретных точек.

Разработка алгоритма поиска экстремума по дискретным точкам.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

### **Практическое занятие № 8.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Методы динамического программирования.** Постановка и решение задач динамического программирования. Принцип оптимальности. Задачи с сепарабельной целевой функцией. Основное функциональное уравнение. Динамическое

программирование и вариационные задачи. Составление и анализ функциональных уравнений. Построение графа (дерева) решений. Прямое и обратное решение. Использование вероятностных методов и экспертных оценок в решении оптимизационных задач. Получение навыков работы с динамическими моделями.

Продолжительность занятия – 2/0,5 ч.

#### **Практическое занятие № 9.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Методы решения задач многокритериальной оптимизации.** Задачи многокритериальной оптимизации. Множественность показателей эффективности. Обобщенные целевые функции многокритериальных задач. Метод уступок. Получение навыков решения многокритериальных задач.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

#### **Практическое занятие № 10.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Задачи исследования операций.**

Разновидности задач исследования операции и подходов к их решению.

Системы управления и получение оптимальных решений на моделях.

Получение навыков решения задач с использованием теории исследований операций. Математические модели операций. Построение системы целей.

Обоснование критериев оценки достижения целей, и критериев оптимальности. Построение целевых функций и ограничений.

Продолжительность занятия – 2/0,5 ч.

#### **Практическое занятие № 11.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Теория массового обслуживания.**

Задачи теории массового обслуживания. Общие принципы построения

Марковских процессов. Система с ограниченным временем ожидания.

Система с ограниченным временем пребывания. Статистическое моделирование систем. Метод Монте-Карло.

Продолжительность занятия – 2/0,5 ч.

#### **Практическое занятие № 12.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Игровые постановки задач оптимизации в условиях неопределенности.** Математическая запись критерия оптимизации игровой задачи. Методы решения игровых задач.

Табличный метод решения игровой задачи при наличии седловой точки.

Решение задачи методом смешанных стратегий. Получение практических игровых постановок задач.

Продолжительность занятия – 2/0,5 ч.

### 3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрено учебным планом.

### 4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

Самостоятельные занятия студентов проводятся в соответствии с программой по дисциплине «Методы оптимизации при проектировании машин и оборудования» и заданиями преподавателя с помощью базовых учебников и специальной учебно-методической литературы.

Самостоятельная работа студентов состоит:

- в расширении знаний по дисциплине путем изучения и анализа учебной и периодической литературы, в расширении представлений о методах оптимизации, в систематизации знаний в области решения оптимизационных задач.
- в подготовке выступлений и докладов на практических занятиях;
- в выполнении контрольной работы.

### Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование блока (раздела) дисциплины</i>	<i>Виды СРС</i>
1	Подготовка домашних контрольных работ.	<b>Темы контрольных работ</b> 1. Целочисленное программирование. 2. Понятие о нелинейном программировании. 3. Задачи многокритериальной оптимизации. 4. Предмет и задачи теории игр. 5. Антагонистические матричные игры. 6. Методы решения конечных игр. 7. Элементы теории массового обслуживания.
2	Алгоритмы оптимизации.	1. Изучение сущности целочисленного программирования. 2. Рассмотрение понятия нелинейного программирования. 3. Постановка задач многокритериальной оптимизации. 4. Ознакомление с предметом и задачами теории игр. 5. Изучение сущности антагонистических матричных игр. 6. Овладение методами решения конечных игр.

## **5. Указания по проведению контрольных работ для студентов очной, заочной формы обучения**

### **5.1. Требования к структуре**

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

### **5.2. Требования к содержанию (основной части)**

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать.

3. Основная часть работы включает 2-4 вопроса, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).

5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

### **5.3. Требования к оформлению**

Объём контрольной работы – 3-5 страниц формата А4 задания и содержания (1,5 интервал, шрифт TimesNewRoman 14).

## **6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная литература:**

1. Аверченков В. И. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – 4-е изд., стер. – М.: ФЛИНТА, 2021. – 271 с. – ISBN 978-5-9765-1278-8. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1843197>  
- Режим доступа: по подписке.
2. Аттетков А.В. Методы оптимизации: учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. – М.: РИОР : ИНФРА-М, 2019. – 270 с. (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-369-01037-2. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002733>  
- Режим доступа: по подписке.

3. Крутиков В.Н. Методы оптимизации: учебное пособие / В.Н. Крутиков, В.В. Мишечкин. – 2-е изд., доп и перераб. – Кемерово: КемГУ, 2019. – 106 с. – ISBN 978-5-8353-2437-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/135233>  
- Режим доступа: для авторизованных пользователей.
4. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: учебное пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. – 4-е изд., испр. – СПб: Лань, 2021. – 512 с. – ISBN 978-5-8114-1887-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/168850>  
- Режим доступа: для авторизованных пользователей.

#### **Дополнительная литература:**

1. Колбин В.В. Специальные методы оптимизации: учебное пособие / В.В. Колбин. – СПб: Лань, 2021. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-1536-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/168614> (дата обращения: 27.02.2022). —  
Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Методы оптимизации в примерах в пакете MathCAD 15. Часть 3. Многомерная оптимизация. Аналитические методы : учебное пособие / С.В. Рыков, И.В. Кудрявцева, С.А. Рыков, В.А. Рыков. – СПб: НИУ ИТМО, 2018. – 165 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/136456>  
- Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Методы оптимизации в примерах в пакете MathCAD 15. Часть 4. Методы оптимизации. Тесты с ответами: учебное пособие / С.В. Рыков, И.В. Кудрявцева, С.А. Рыков, В.А. Рыков. – СПб: НИУ ИТМО, 2018. – 85 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/136457>  
- Режим доступа: для авторизованных пользователей.
4. Певнева А.Г. Методы оптимизации: учебное пособие / А.Г. Певнева, М.Е. Калинкина. – СПб: НИУ ИТМО, 2020. – 64 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/191071>  
- Режим доступа: для авторизованных пользователей.
5. Прокопенко Н.Ю. Методы оптимизации: учебное пособие / Н.Ю. Прокопенко. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2018. – 118 с. – ISBN 978-5-528-00287-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/164796>  
- Режим доступа: для авторизованных пользователей.

6. Рыков В.А. Методы оптимизации в примерах в пакете MATHCAD 15: учебно-методическое пособие / В.А. Рыков, К.А. Старков. – СПб: НИУ ИТМО, 2020 – Часть 7: многомерная оптимизация. Численный метод нулевого порядка. Метод наилучшей пробы, 2020. – 85 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

- URL: <https://e.lanbook.com/book/190874>

- Режим доступа: для авторизованных пользователей.

### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

- |  |   |
|--|---|
| 1. Российская государственная библиотека                                     | <a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>  |
| 2. Библиотека по естественным наукам РАН                                     | <a href="http://www.benran.ru">http://www.benran.ru</a>   |
| 3. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)          | <a href="http://www.viniti.ru">http://www.viniti.ru</a>   |
| 4. Государственная публичная научно-техническая библиотека                   | <a href="http://www.gpntb.ru">http://www.gpntb.ru</a>   |
| 5. Научная электронная библиотека eLIBRARY                                   | <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>   |
| 6. Университетская библиотека  | <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>   |
| 7. Электронно-библиотечная система Znanium                                   | <a href="http://znanium.ru">http://znanium.ru</a>   |
| 8. <u>Электронный каталог библиотеки МГОТУ «Технологический университет»</u> | <a href="http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta">http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta</a> |

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

**Перечень программного обеспечения:** MSOffice, Power Point, программные комплексы «AutoCAD», «Компас».

#### **Информационные справочные системы:**

Электронные ресурсы образовательной среды Университета.