



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 МА-  
ШИНОСТРОЕНИЯ***

***КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТАНДАРТИЗАЦИИ***

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРО-  
ЦЕССАМИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

**Научная специальность:**  
***2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация.  
Организация производства***

**Форма обучения: *очная***

**Уровень профессионального образования:**  
**Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации**

**Год набора: 2023**

Королев

2023

**Автор: Антипова Т.Н.. Рабочая программа дисциплины: «Моделирование и управление производственными процессами в машиностроении». – Королев, МО: ФГБОУ ВО «Технологический университет», 2023.**

Рабочая программа дисциплины «Методы моделирования и оптимизации процессов управления качеством на производстве». разработана на основании федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий, утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951, учебного плана программы аспирантуры.

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

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 11 от 28.03.2023 г.		

**Рабочая программа рекомендована к реализации в учебном процессе на заседании НТС:**

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025
Номер и дата протокола заседания НТС	№1 от 29.03.2023 г.		

**Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании Ученого совета**

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025
Номер и дата протокола заседания УС	№ 9 от 11.04.2023 г.		

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры

**Цель:** формирование у аспирантов теоретических знаний и практических навыков в области методов моделирования и оптимизации организационных структур и производственных процессов, создания математических и информационных модели состояния и динамики процессов управления качеством и организации производства для обоснования принятия управленческих решений, в том числе оптимальных.

### **Задачи:**

- ознакомление с историей развития теории оптимизации и разновидностями задач исследования операции и подходов к их решению;
- изучение методов постановки оптимизационных задач, разработка соответствующих математических моделей, в том числе производственных процессов;
- обоснование системы целей, критериев оптимальности, построение целевых функций и ограничений;
- построение процессно-ориентированных моделей производства .
- изучение методов линейного программирования;
- разработка математической компьютерно реализованной модели оптимального плана производства продукции;
- постановка и решение задач о назначениях специалистов для повышения качества производственных процессов, с использованием ППП Microsoft Excel;
- постановка и решение логистических задач, с использованием ППП Microsoft Excel;
- изучение метода динамического программирования. Постановка и решение задач с использованием статистических методов, экспертных оценок и с учетом рисков;
- принятие решений в условиях неопределенности исходя из повышения их эффективности и с учетом рисков.

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование у аспирантов знаний, умений, навыков и опыта деятельности:

### **Знать:**

- методы математического моделирования структуры и функционирования систем производства продукции;
- принципы принятия оптимальных решений в управлении качеством и организации производственных процессов;

### **уметь:**

- моделировать производственных процессов и процесс принятия решений в управлении качеством;

- использовать математические методы принятия оптимальных решений в управлении качеством и организации производственных процессов;

**владеть:**

- навыками использования принятия оптимальных решений в управлении качеством;

- теорией и практическими навыками математического моделирования процессов управления качеством и организации производства.

- навыками решения практических задач по обоснованию оптимальных решений на основе современных компьютерных средств.

Цель и задачи дисциплины определяются характером подготовки аспирантов к ведению научного исследования, результатом которого является написание выпускной квалификационной работы, содержащей решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли науки.

## **2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры**

Дисциплина «Моделирование и управление производственными процессами в машиностроении» относится к элективным дисциплинам (модулям) по выбору 2 (ДЭ.2) учебного плана основной образовательной программы подготовки аспирантов по научной специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Дисциплина базируется на ранее изученных дисциплинах: Основы научно-исследовательской работы, Разработка научно-практического статистического инструментария управления качеством, Теория и практика научного эксперимента.

Знания и умения, полученные при освоении дисциплины «Моделирование и управление производственными процессами в машиностроении» являются базовыми для подготовки диссертационного исследования.

## **3. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Виды занятий	Всего часов
<b>Общая трудоемкость</b>	108
<b>Аудиторные занятия</b>	18
Лекции	10
Практические занятия (ПР)	8
Семинары (С)	-
Лабораторные работы (ЛР)	-
<b>Самостоятельная работа</b>	90
Курсовая работа	-
Расчетно-графические работы	-
и (или) другие виды самостоятельной работы	-
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Экзамен</b>

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Наименование тем дисциплины	Формы обучения	
	Очная	
	Лекции, час.	Практические занятия, час.
<b>Тема 1.</b> Ознакомление с историей развития теории оптимизации и практики решения задач принятия оптимальных решений	2	-
<b>Тема 2.</b> Методы постановки оптимизационных задач, разработка соответствующих математических моделей, в том числе производственных процессов	2	-
<b>Тема 3.</b> Обоснование системы целей, критериев оптимальности, построение целевых функций и ограничений	2	-
<b>Тема 4.</b> Построение процессно-ориентированных моделей производства	1	-
<b>Тема 5.</b> Изучение методов линейного программирования	1	-
<b>Тема 6.</b> Разработка математической компьютерно реализованной модели оптимального плана производства продукции	-	2
<b>Тема 7.</b> Постановка и решение задач о назначениях специалистов для повышения качества производственных процессов, с использованием ППП Microsoft Excel	-	2
<b>Тема 8.</b> Постановка и решение логистических задач, с использованием ППП Microsoft Excel	-	4
<b>Тема 9.</b> Изучение метода динамического программирования. Постановка и решение задач с использованием статистических методов, экспертных оценок и с учетом рисков	2	-
<b>Итого:</b>	10	8

### 4. 2. Содержание тем дисциплины

**Тема № 1. Ознакомление с историей развития теории оптимизации и практики решения задач принятия оптимальных решений**

Основные понятия и принципы поиска оптимальных решений. История развития теории оптимизации и исследования операций. Разновидности задач исследования операции и подходов к их решению.

## **Тема 2. Методы постановки оптимизационных задач, разработка соответствующих математических моделей, в том числе производственных процессов**

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. Математическая модель функционирования объекта.

## **Тема 3. Обоснование системы целей, критериев оптимальности, построение целевых функций и ограничений**

Методы постановки оптимизационных задач. Постановка оптимизационной задачи: требования и примеры. Математические модели целевых функций и ограничений.

## **Тема 4. Построение процессно-ориентированных моделей производства.**

Создание процессно-ориентированной модели (системы) производства продукции машиностроения. Обоснование элементов системы, связей между ними, границ системы. Прямые и обратные связи. Понятие структуры системы. Обоснование элементов среды.

## **Тема 5. Изучение методов линейного программирования**

Линейное программирование, как основа обоснования оптимальных решения на предприятиях машиностроения. Симплексный метод, графический метод решения оптимизационных задач.

## **Тема 6. Разработка математической компьютерно реализованной модели оптимального плана производства продукции;**

Обоснование критерия оптимальности и управляемых переменных. Определение целевой функции. Решение распределительных задач графическим методом, симплекс методом, табличным методом. Числовой пример.

## **Тема 7. Постановка и решение задач о назначениях специалистов для повышения качества производственных процессов, с использованием ППП Microsoft Excel.**

Алгоритм постановки оптимизационной задачи. Сбор исходных данных. Особенности математических зависимостей целевой функции и неравенств ограничений. Методы решения. Использование ППП Microsoft Excel.

## **Тема 8. Постановка и решение логистических задач, с использованием ППП Microsoft Excel.**

Решение транспортных задач симплексным методом, методом северо-западного угла, методом наименьшего элемента, методом двойного предпочтения,

методом «Аппроксимация Фойля». Решение транспортных задач, с использованием ППП Microsoft Excel;

**Тема 9. Изучение метода динамического программирования. Постановка и решение задач с использованием статистических методов, экспертных оценок и с учетом рисков.**

Постановка и решение задач динамического программирования. Принцип оптимальности. Построение графа (дерева) решений. Прямое и обратное решение. Использование вероятностных методов и экспертных оценок и с учетом рисков в решении задач. Решение задачи о выпуске новой продукции

**6. Фонд оценочных средств для проведения аттестации обучающихся по дисциплине**

Аттестации обучающихся по дисциплине проводится на основе зачета.

**Вопросы, выносимые на зачет:**

1. Общая распределительная задача линейного программирования.
2. Дерево принятия решений в динамическом программировании.
3. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
4. Метод «Северо-западного угла» в транспортных задачах.
5. Методы решения задач линейного программирования.
6. Задача о продавце газет.
7. Метод последовательного улучшения плана.
8. Задача о диете, пример.
9. Симплексный метод.
10. Целевая функция.
11. Транспортная задача и ее опорные решения.
12. Метод динамического программирования.
13. Каноническая форма задач линейного программирования.
14. Критерии оптимальности.
15. Графический метод решения двумерных и трехмерных задач линейного программирования.
16. Направление «исследование операций» (ИСО) и его использование в системе управления качеством.
17. Опорные решения задачи линейного программирования в канонической форме.
18. Метод двойного предпочтения в транспортных задачах.
19. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом.
20. Метод минимального элемента в транспортных задачах.
21. Метод динамического программирования. Постановка и решение задач.
22. Понятие оптимизации в управлении качеством.
23. Оптимизационные задачи: требования, этапы постановки и решения.
24. Транспортная задача. Постановка задачи.

25. Целевая функция, и какие взаимосвязи она отражает?
26. Симплексный метод.
27. Каноническая форма задачи линейного программирования.
28. Ограничения в задачах линейного программирования.
29. Предмет и задачи “Исследования операций”.
30. Табличный метод решения задачи линейного программирования.
31. Постановка транспортной оптимизационной задачи.
32. Дерево принятия решений в динамическом программировании.
33. Принятие оптимальных управленческих решений, ограничения.
34. Графический метод решения задачи линейного программирования.
35. Задачи математического программирования.
36. Детерминированные и вероятностные задачи. Примеры.
37. Основная задача линейного программирования.
38. Задача о «диете», пример.
39. Цели управления, целевые функции, критерии оптимальности.
40. Многокритериальные задачи исследования операций.
41. Решение задачи о назначениях с использованием ППП Excel.
42. Применение экспертных оценок в оптимизационных задачах.
43. Табличный алгоритм замены базисных переменных.
44. Основные требования к постановке задачи динамического программирования.
45. Общая постановка задачи математического программирования.
46. Ограничения в задачах линейного программирования.
47. Решение общей распределительной задачи с использованием ППП Excel.
48. Алгоритм постановки оптимизационной задачи.
49. Решение транспортной задачи с использованием ППП Excel.
50. Критерий оптимальности.

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

### **Основная литература:**

1. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. - Москва : Лань, 2018. - 291 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 285-288. - Предметный указатель: с. 281-284. - ISBN 978-5-8114-2168-8. URL: <https://e.lanbook.com/book/103190>
2. Тарасик, Владимир Петрович. Математическое моделирование технических систем : Учебник. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018. - 592 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 9785160119960.



URL: <http://znanium.com/go.php?id=952123>

3. Исследование операций : лабораторный практикум / Министерство образования и науки РФ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»; авт.-сост. И. Ю. Глазкова; авт.-сост. Д. Г. Ловяников. - Ставрополь : СКФУ, 2019. - 108 с. : ил. - Библиогр: с. 106. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483073>

#### **Дополнительная литература:**

1. Исследование операций. Теория игр /Костевич Леонид Степанович. - Минск : Издательство "Вышэйшая школа", 2008. - 368 с. - ISBN 978-985-06-1308-0. URL: <http://znanium.com/go.php?id=505152>
2. Исследование операций в экономике / Г. Я. Горбовцов [и др.] ; Г.Я. Горбовцов; Н.Ю. Грызина; И.Н. Мастяева; О.Н. Семенихина. - Москва : Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2006. - 117 с. - ISBN 5-7764-0272-7. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=125197>
3. Ржевский, Сергей Владимирович. Исследование операций / С. В. Ржевский. - Москва : Лань", 2013. - 476 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Именной указатель: с. 464-465. - Библиогр.: с. 461-463. - Предметный указатель: с. 466-472. - ISBN 978-5-8114-1480-2. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=32821](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32821)

#### **1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

##### **Интернет-ресурсы:**

1. <http://www.gsk.ru>-официальный сайт Государственного комитета РФ по статистике.
2. <http://www.akm.ru>- официальный сайт информационного агентства АК&М
3. <http://www.minfin.ru>- официальный сайт Министерства финансов Российской Федерации.
4. <http://www.mosstat.ru>- официальный сайт Московского городского комитета государственной статистики
5. <http://www.akdi.ru>—Экономика и жизнь: агентство консультаций и деловой информации
6. <http://www.rbc.ru>—Росбизнесконсалтинг. Информационные системы

## 8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 8.1. Указания по проведению практических занятий

**Практическое занятие по теме 6.** Разработка математической компьютерно реализованной модели оптимального плана производства продукции.

Задания выдаются каждому студенту и выполняются на персональном компьютере.

#### Задание

Небольшое предприятие выпускает два типа автомобильных деталей. Оно закупает литье, подвергаемое токарной обработке, сверловке и шлифовке.

#### ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СТАНОЧНОГО ПАРКА ПРЕДПРИЯТИЯ

Станки	Деталь А	Деталь В
	штук/час	штук/час
Токарные	25	40
Сверлильные	28	35
Шлифовальные	35	25

Каждая отливка, из которой изготавливают деталь *A*, стоит 2 усл. един. Стоимость отливки для детали *B* — 3 усл. един.

Продажная цена деталей равна соответственно 5 и 6 усл. един. Стоимость часа станочного времени составляет по трем типам используемых станков 20, 14 и 17,5 усл. един.

Предполагая, что можно выпускать для продажи любую комбинацию деталей *A* и *B*, нужно найти план выпуска продукции, максимизирующий прибыль.

Необходимо:

1. Обосновать критерий оптимальности.
2. Построить целевую функцию.
3. Обосновать ограничения.
4. Решить задачу графическим методом.
5. Решить задачу с использованием ППП «Excel».

**Практическое занятие по теме 7.** Постановка и решение задач о назначениях специалистов для повышения качества производственных процессов, с использованием ППП Microsoft Excel.

*Цель работы:* Получить практические знания по постановке задач о назначениях». Числовой пример.

*Основные положения темы занятия:*

1. Основные требования и особенности постановок задач о назначениях.
2. Методы решения задач о назначениях

*Вопросы для обсуждения:*

- 1) Ограничения по количеству управляемых переменных.
- 2) Заполнение матриц эффективности. Методы получения значений показателей эффективности в задачах о назначениях.
- 3) Отличие методов экспертных оценок от оценок экспертов для получения значений эффективности.

### Задание

**Задача о назначениях.** Некоторая компания имеет четыре заказа в разных точках города  $A_1, A_2, A_3, A_4$ , которые необходимо доставить различным потребителям  $B_1, B_2, B_3, B_4$ . В каждой точке по одному заказу. В таблице содержится информация о стоимости доставки заказа из пункта  $A_i$  ( $i=1,2,3,4$ ) в пункт  $B_j$  ( $j=1,2,3,4$ ). Как следует распределить заказы по потребителям, чтобы общая сумма затрат была минимальной?

	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$
$A_1$	2	10	9	7
$A_2$	15	4	14	8
$A_3$	13	14	16	11
$A_4$	4	15	13	19

### Необходимо:

1. Обосновать критерий оптимальности.
2. Построить целевую функцию.
3. Обосновать ограничения.
4. Решить задачу венгерским методом.
5. Решить задачу с использованием ППП «Excel».

Продолжительность занятия– 1 ч.

**Практическое занятие по теме 8. Постановка и решение логистических задач, с использованием ППП Microsoft Excel.**

### Задание

Рассмотреть задачу, возникающую перед **транспортным отделом** фирмы, имеющей три предприятия и четыре оптовых склада. Перечни заявок каждого склада и производственные мощности каждого предприятия на каждый месяц известны. Кроме того, известны транспортные расходы по доставке продукции с каждого предприятия на каждый склад. Требуется распределить поставляемую предприятиями продукцию по складам таким образом, чтобы **минимизировать** общие транспортные расходы.

Предприятия	Склады				Мощности
	1	2	3	4	
1	19	30	50	10	7
2	70	30	40	60	9
3	40	8	70	20	18

Потребности	5	8	7	14	34
-------------	---	---	---	----	----

1. Обосновать критерий оптимальности.
2. Доказать является ли данная задача сбалансированной или несбалансированной.
3. Принадлежит ли данная задача к задачам линейного программирования?
4. Решить задачу следующими методами:
  - методом «Северо-западного угла»;
  - методом «Наименьшего элемента»;
  - методом «Аппроксимация Фойля»;
  - с использованием ППП Excel.

Продолжительность занятия – 2 ч.

### Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:

1. Использование операционных игр для получения практических оптимальных решений
2. Решение несбалансированных (открытые) транспортных задач.
3. Параметрическое программирование.
4. Задачи управления запасами
5. Вероятностные оптимизационные задачи.
6. Задачи замены, ремонта и определения надежности оборудования

### 8.2. Указания по проведению самостоятельной работы аспирантов

№ п/п	Наименование тем	Самостоятельная работа аспирантов
1.	<b>Тема 2.</b> Методы постановки оптимизационных задач, разработка соответствующих математических моделей, в том числе производственных процессов	<b>Изучаемые вопросы:</b> Многокритериальная оптимизация. Использование операционных игр для получения практических оптимальных решений
2.	<b>Тема 5.</b> Изучение методов линейного программирования	<b>Изучаемые вопросы:</b> Задачи управления запасами
3.	<b>Тема 5.</b> Изучение методов линейного программирования	<b>Изучаемые вопросы:</b> Задачи замены, ремонта и определения надежности оборудования
4.	<b>Тема 8.</b> Постановка и решение логистических задач, с использованием ППП	<b>Изучаемые вопросы:</b> Решение несбалансированных (открытых) транспортных задач

**9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

*Перечень программного обеспечения:* MSOffice, PowerPoint.

*Ресурсы информационно-образовательной среды Университета:*

Рабочая программа и методическое обеспечение по курсу «Моделирование и управление производственными процессами в машиностроении».

**10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

**Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);

**Практические занятия:**

- компьютерный класс

- рабочее место преподавателя, оснащенное ПК с доступом в глобальную сеть Интернет;

- рабочие места аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом в глобальную сеть Интернет.

