

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»  
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Теория игр и исследование операций**


Направление подготовки – **01.04.02 «Прикладная математика и информатика»**

Направленность «**Математическое моделирование и программирование**»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

**Кострома  
2024**


Рабочая программа дисциплины Теория игр и исследование операций по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, направленность Математическое моделирование и программирование разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, приказ №13 от 10 января 2018 г.

Разработал:  Ивков Владимир Анатольевич, доцент, к.э.н., доцент

Рецензент:  Красников Виктор Львович, доцент, к.ф.-м.н., доцент

#### УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий  
Протокол заседания кафедры №12 от 22 мая 2019 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий  
 Секованов Валерий Сергеевич, профессор, д.п.н., к.ф.-м.н.

#### ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий  
Протокол заседания кафедры №\_6\_ от \_\_14.05.2024 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий  
\_Ивков В.А.\_\_\_\_\_ \_к.э.н., доцент\_(ФИО), ученая степень, ученое звание

подпись

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: изучение современных методов прикладной математики, используемых для принятия решений в условиях конфликтных и неопределенных ситуаций экономики и естествознания.

Задачи дисциплины:

- ознакомить с основными концепциями моделирования в условиях неопределенности и их применением для решения информационных задач в прикладных областях;
- овладеть принципами и понятийным аппаратом, описывающими современные методы прикладной математики;
- усвоить теоретические основы современных технологий и методов решения задач принятия решений.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

освоить компетенции:

ОПК2: Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач;

ОПК3:Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности;

Код и содержание индикаторов компетенции

Индикаторы ОПК2:

ОПК-2.1. Знать: новые математические методы решения прикладных задач

ОПК-2.2. Уметь: решать профессиональные задачи, используя новые математические методы решения прикладных задач

ОПК-2.3. Иметь навыки: применения новых математических методов в области профессиональной деятельности

Индикаторы ОПК3:

ОПК-3.1. Знать: технологии разработки и анализа математических моделей в профессиональной деятельности

ОПК-3.2. Уметь: разрабатывать математические модели и проводить их анализ

ОПК-3.3. Иметь навыки: построения математических моделей в области профессиональной деятельности

Знать:

- основные концепции математического моделирования конфликтных задач;
- основные литературные источники, в том числе интернет-ресурсы, отражающие современный уровень развития методов моделирования практических задач;

Уметь:

- составить математическую модель конфликтной ситуации;
- подбирать необходимые программные инструменты для решения вычислительных задач.

Владеть:

- методами и навыками решения информационных задач.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана. Изучается в первом семестре(ах) обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах/практиках, полученных в рамках бакалавриата: методы оптимизации, теория вероятностей и математическая статистика.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик: Управление разработкой программных продуктов, организационно-управленческая практика.

Вместе с теорией игр и исследованием операций компетенции ОПК-2 и ОПК-3 формируют также дисциплины нелинейная динамика, квазилинейное и фрактальное моделирование, дискретные математические модели, непрерывные математические модели, научно-исследовательская работа, технологическая практика.

#### 4. Объем дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Общая трудоемкость в зачетных единицах	4		
Общая трудоемкость в часах	144		
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	52		
Лекции	28		
Практические занятия	16		
Лабораторные занятия	8		
Самостоятельная работа в часах	92		
Форма промежуточной аттестации	Экзамен		

##### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Лекции	28		
Практические занятия	16		
Лабораторные занятия	8		
Консультации	2		
Зачет/зачеты	-		
Экзамен/экзамены	0,35		
Курсовые работы			
Курсовые проекты			
Всего	54,35		

#### 5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

##### 5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е./час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Математическая теория конфликтов	0,44/16	4	2		10
2	Матричные игры	0,44/16	4	2		10
3	Методы принятия решений	0,44/16	4	2		10
4	Игры с природой	0,44/16	4	2		10
5	Кооперативные игры	0,44/16	4	2		10
6	Сетевые модели	0,44/16	2	2	2	10

7	Модели сетевого планирования	0,44/16	2	2	2	10
8	Системы массового обслуживания	0,44/16	2	2	2	10
9	Имитационное моделирование	0,44/16	2		2	12
	Итого:	4/144	28	16	8	82

## 5.2. Содержание:

**Тема 1. Математическая теория конфликтов.** Исследование операций как теория применения количественных методов анализа в процессе принятия решений во всех областях целенаправленной деятельности. Основные понятия исследования операций. Математическая модель операции. Математическая модель конфликтной ситуации. Платежная матрица. Биматричные игры. Игры с нулевой суммой. Доминирование стратегий. Парето-оптимальные исходы игры. Индивидуально-рациональные исходы. Переговорное множество. Равновесие по Нэшу.

**Тема 2. Матричные игры.** Основные понятия теории матричных игр. Платежная матрица. Нижняя и верхняя цена игры. Стратегия игроков. Классификация игр. Игры с нулевой суммой. Антагонистические игры. Матричные игры. Методы решения матричных игр.

**Тема 3. Методы принятия решений.** Принятие решений в условиях неопределенности. Дерево решений. Определение весовых коэффициентов. Матрицы сравнений. Согласованность матриц сравнений.

**Тема 4. Игры с природой.** Модель игры с природой. Критерии Лапласа, Вальда, Сэвиджа, Гурвица.

**Тема 5. Кооперативные игры.** Введение в теорию игр  $n$  лиц. Характеристическая функция игры, ядро игры  $n$  лиц. Редуцированная форма игры. Существенные и несущественные игры. Решение игры по Нейману-Моргенштерну. Аксиомы Шепли.

**Тема 6. Сетевые модели.** Основные понятия теории сетей и графов. Методы расчета сетевой модели. Граф. Правила построения сетевых графиков. Упорядочение сетевого графика. Минимизация сети. Путь. Задача о кратчайшем пути. Алгоритм Дейкстры. Задача о максимальном потоке.

**Тема 7. Модели сетевого планирования.** Временные параметры сетевых графиков. Сетевое планирование в условиях неопределенности. Расчет критического пути. Построение сетевого графика.

**Тема 8. Системы массового обслуживания.** Вероятностные модели. Исходы и пространства событий. Распределения вероятностей. Пуассоновский поток событий. Процессы гибели и размножения. Теория массового обслуживания. Системы массового обслуживания с ожиданием. Цепи Маркова.

**Тема 9. Имитационное моделирование.** Статистические модели. Моделирование как вычислительный эксперимент. Метод Монте-Карло. Применение имитационных моделей. Модели демографических процессов. Системная динамика Дж. Форрестера.

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

## 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания (при необходимости)	Форма контроля
1.	Математическая теория конфликтов	Построение вектора Шепли.	10	См.[6, гл.1,2.]	Отчет по заданию
2.	Матричные игры	Нахождение решения биматричной игры.	10	См.[3, гл.2, 3.]	Отчет по заданию
3.	Методы принятия решений	Составление матрицы согласованности. Определение весовых коэффициентов. Построение дерева иерархий. Проверка матриц сравнений на согласованность.	10	Х.А.Таха. Введение в исследование операций.	Отчет по заданию
4.	Игры с природой	Применение критериев Лапласа, Вальда, Сэвиджа, Гурвица для выбора оптимальной стратегии.	10	См.[3, гл.4.]	Отчет по заданию
5.	Кооперативные игры	Решение задач теории игр с помощью методов линейного программирования.	10	См.[3, гл.6.]	Отчет по заданию
6.	Сетевые модели	Нахождение кратчайшего пути сетевого графика.	10	См.[1, гл.5.]	Отчет по заданию
7.	Модели сетевого планирования	Построение диаграммы Ганта	10		Отчет по заданию
8.	Системы массового обслуживания	Расчет характеристик СМО	10	См.[2, гл.6.]	Отчет по заданию
9.	Имитационное моделирование	Построение имитационной модели демографического процесса.	12	См.[1, гл.5.]	Отчет по заданию

## 6.2. Тематика и задания для практических занятий

### 1. Математическая теория конфликтов.

В игре  $G(X, f)$  первый игрок выбирает стратегию из множества стратегий  $X_1 = \{A_1, A_2, A_3, A_4\}$ , а второй игрок – из множества стратегий  $X_2 = \{B_1, B_2, B_3, B_4\}$ . Найдите множества:  $PO(G)$ ,  $IR(G)$ ,  $NS(G)$ , и множества равновесий  $NE(G)$ ,  $PE(G)$ , если функции выигрыша игроков заданы следующими матрицами:

$$f_1 = \begin{pmatrix} c_{11}^1 & c_{12}^1 & c_{13}^1 & c_{14}^1 \\ c_{21}^1 & c_{22}^1 & c_{23}^1 & c_{24}^1 \\ c_{31}^1 & c_{32}^1 & c_{33}^1 & c_{34}^1 \\ c_{41}^1 & c_{42}^1 & c_{43}^1 & c_{44}^1 \end{pmatrix} \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \end{matrix} \quad \text{и} \quad f_2 = \begin{pmatrix} c_{11}^2 & c_{12}^2 & c_{13}^2 & c_{14}^2 \\ c_{21}^2 & c_{22}^2 & c_{23}^2 & c_{24}^2 \\ c_{31}^2 & c_{32}^2 & c_{33}^2 & c_{34}^2 \\ c_{41}^2 & c_{42}^2 & c_{43}^2 & c_{44}^2 \end{pmatrix} \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \end{matrix}$$

$B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4 \qquad \qquad \qquad B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$

### 2. Матричные игры.

а) Найти оптимальную стратегию и цену игры:  $A = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 6 & 4 \end{pmatrix}$ .

б) Для данной платежной матрицы определить нижнюю и верхнюю цены игры, минимаксные стратегии и оптимальные решения игры, если существует седловая точка:

$$\begin{pmatrix} 4 & 9 & 5 & 3 \\ 7 & 8 & 6 & 9 \\ 7 & 4 & 2 & 6 \\ 8 & 3 & 4 & 7 \end{pmatrix}$$

### 3. Методы принятия решений.

Необходимо сделать выбор одного из трех решений по двум критериям. Даны матрицы сравнений по критериям и решениям на основе критериев. Используя метод анализа иерархий, построить дерево решений для выбора одного из вариантов. Оценить согласованность матриц сравнений.

### 4. Игры с природой.

Определить оптимальные решения для следующей матрицы доходов по критериям: Лапласа, Вальда, Сэвиджа, Гурвица (с коэффициентами 0,25, 0,5 и 0,75).

### 5. Кооперативные игры.

Рассчитать вектор Шепли по заданным условиям кооперативной игры.

### 6. Сетевые модели.

Районной администрацией принято решение о газификации одного из небольших сел района, имеющего 10 жилых домов. Расположение домов указано на рисунке. Числа в кружках обозначают условный номер дома. Узел 11 является газопонижающей станцией. Разработать план газификации села, чтобы общая длина трубопроводов была наименьшей.

## 6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

### 6. Сетевые модели.

Нахождение кратчайшего пути в сетевой модели.

### 7. Модели сетевого планирования.

Построить график работ, определить критический путь и стоимость работ.

Операция	Продолжительность (дн.)	Стоимость (ден.ед.)
1,2	4	80
1,3	2	50
1,4	3	60
2,4	2	60
2,6	6	100
3,4	2	40
3,5	3	70
4,6	4	90
5,6	4	80

### 8. Системы массового обслуживания.

Четверо контролеров осуществляют осмотр мобильных телефонов. Если телефон поступает на проверку, когда все контролеры заняты, то он остается непроверенным. В среднем за час поступает на проверку 45 телефонов. Среднее время проверки 1 телефона – 5 минут. Определить вероятность того, что телефон останется без проверки, и сколько нужно контролеров для проверки с вероятностью 93%.

### 9. Имитационное моделирование.

Построение имитационной модели демографического процесса по исходным статистическим данным.

## 7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

*а) основная:*

1. **Волков, И. К.** Исследование операций : Учеб. для студ. высш. техн. учеб. заведений / Под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - 3-е изд., стер. - М. : МГТУ, 2004. - 440 с.

2 **Васин, А. А.** Исследование операций : [учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений] : рекомендовано Науч.-метод. советом. - М. : Академия, 2008. - 464 с.

3. **Лабскер, Л.Г.** Теория игр в экономике : (практикум с решениями задач) : [учеб. пособие для студ.] / под ред. Л. Г. Лабскера. - 2-е изд., стер. - М. : КНОРУС, 2013. - 259 с.

*б) дополнительная:*

4. **Вентцель, Е. С.** Исследование операций: задачи, принципы, методология : учеб. пособие для студ. вузов, напр. "Математика", "Компьютерные науки". - 4-е изд., стер. - Москва : Дрофа, 2006.

5. **Исследование операций в экономике** : [учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений] / под ред. Н. Ш. Кремера. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт : ИД Юрайт, 2011. - 430 с.

6. **Воробьев, Н. Н.** Теория игр для экономистов-кибернетиков. - Москва : Наука, 1985. - 271 с.



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

*Информационно-образовательные ресурсы:*

1. Библиотека ГОСТов. Все ГОСТы, [Электронный ресурс], URL:<http://vsegost.com/>
2. Национальный открытый университет <http://intuit.ru/>

*Электронные библиотечные системы:*

1. ЭБС Университетская библиотека онлайн - <http://biblioclub.ru>
2. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>
3. ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com>

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

Лекционные занятия проводятся в аудиториях с требуемым числом посадочных мест, оборудованные мультимедиа.

Практические занятия проводятся в компьютерных классах. Необходимое программное обеспечение:

Лицензионное программное обеспечение:

Математический пакет MathCad:

Свободно распространяемое программное обеспечение:

Офисный пакет.