

Частное образовательное учреждение
высшего образования
«Камский институт гуманитарных и инженерных технологий»

Кафедра «Инженерных, энергосберегающих и информационных технологий в
нефтегазовой и архитектурно – строительной отраслях»



УТВЕРЖДАЮ:
Ректор
ЧОУ ВО «КИГИТ»
_____ В. А.Никулин
«__» _____ 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины «Математическое моделирование»

Направление подготовки
08.04.01 «Строительство»
Профиль «Промышленное и гражданское строительство»

Степень выпускника: магистр

Форма обучения: очная, заочная

Ижевск, 2022

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Цель дисциплины Математическое моделирование: формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по вопросам, касающимся принятия управленческих решений; освоение студентами современных математических методов анализа и научного прогнозирования поведения экономических объектов, обучение студентов применению методов и моделей исследования операций в процессе принятия управленческих решений в организационно-экономических и производственных системах, т.е. использованию тех инструментов, с помощью которых в современных условиях формируются, анализируются и оптимизируются варианты управленческих решений; обучение теории и практике принятия решений в современных условиях хозяйствования; рассмотрение широкого круга задач, относящихся ко всем областям и уровням управления, контроля и учетной политики. Задачи дисциплины: овладение студентами основными математическими методами оптимизации принимаемых решений, ознакомление с их особенностями, областями применения и методикой использования как эффективного инструмента практической работы при проектировании и разработке систем, математической обработке данных экономических и других задач, построении алгоритмов и организации вычислительных процессов на ПК.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП Дисциплина

Математическое моделирование относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)», Обязательная часть.

Универсальные компетенции (УК).

Системное и критическое мышление.

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

Методы научных исследований, Планировка и застройка прибрежных территорий, Экологические проблемы в прибрежных регионах, Мероприятия по охране окружающей среды в прибрежных регионах.

Технология и организация строительства в прибрежных зонах, Преддипломная практика, Научно-исследовательская работа, Проектная практика, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

Общепрофессиональные компетенции.

Теоретическая фундаментальная подготовка.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук.

Специальные разделы высшей математики.

Системы автоматизированного проектирования в строительстве, Конструкции зданий и сооружений в прибрежных зонах, Преддипломная практика Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

Информационная культура.

ОПК-2. Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий.

Специальные разделы высшей математики.

Системы автоматизированного проектирования в строительстве, Реконструкция зданий и сооружений в прибрежных зонах Преддипломная практика, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

Исследования.

ОПК-6. Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства.

Специальные разделы высшей математики.

Системы автоматизированного проектирования в строительстве, Преддипломная практика, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Универсальные компетенции (УК)

Системное и критическое мышление.

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

УК-1.1. Способен выбрать метод критического анализа, адекватный проблемной ситуации

ЗУК1.1: методы критического анализа проблемных ситуаций

УУК1.1: выбрать метод критического анализа проблемной ситуации

НУК1.1: методами критического анализа проблемных ситуаций.

УК-1.2. Способен разрабатывать и обосновывать план действий по решению проблемной ситуации.

ЗУК1.2: основные действия по решению проблемных ситуаций

УУК1.2: разрабатывать и обосновывать план действий по решению проблемной ситуации

НУК1.2: методами разработки планов действий по решению проблемной ситуации.

УК-1.3. Способен обосновывать решения (индукция, дедукция, по аналогии) по проблемной ситуации.

ЗУК-1.3: методики для разработки целей и задач проекта

УУК-1.3: оценивать продолжительность и стоимость проекта

НУК-1.3: расчетами ресурсных затрат.

Общепрофессиональные компетенции (ОПК).

Теоретическая фундаментальная подготовка.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук.

ОПК-1.1. Демонстрирует знание фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление

ЗОПК-1.1: фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление

УОПК-1.1: выбирать фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление

НОПК-1.1: фундаментальными законами, описывающими изучаемый процесс или явление.

ОПК-1.2. Составляет математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбирает и обосновывает граничные и начальные условия

ЗОПК-1.2: способы составления математических моделей, описывающих изучаемый процесс или явление, выбора и обоснования граничных и начальных условий

УОПК-1.2: составлять математические модели, описывающие изучаемый процесс или явление, выбирать и обосновывать граничные и начальные условия

НОПК-1.2: способами составления математических моделей, описывающих изучаемый процесс или явление, выбора и обоснования граничных и начальных условий.

ОПК-1.3. Оценивает адекватность результатов моделирования, формулирует предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности

ЗОПК-1.3: способы оценки адекватности результатов моделирования

УОПК-1.3: оценивать адекватность результатов моделирования, формулировать предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности

НОПК-1.3: способами оценки адекватности результатов моделирования, формулирования предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности.

Информационная культура.

ОПК-2. Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий.

ОПК-2.1. Осуществляет сбор и систематизацию научно-технической информации о рассматриваемом объекте, в т.ч. с использованием информационных технологий

ЗОПК-2.1: способы сбора и систематизации научно-технической информации о рассматриваемом объекте, в т.ч. с использованием информационных технологий

УОПК-2.1: Осуществлять сбор и систематизацию научно-технической информации о рассматриваемом объекте, в т.ч. с использованием информационных технологий

НОПК-2.1: методами сбора и систематизации научно-технической информации о рассматриваемом объекте, в т.ч. с использованием информационных технологий.

ОПК-2.2. Оценивает достоверность научно-технической информации о рассматриваемом объекте

ЗОПК-2.2: способы оценки достоверности научно-технической информации о рассматриваемом объекте

УОПК-2.2: оценивать степень достоверности научно-технической информации о рассматриваемом объекте

НОПК-2.2: способами оценки достоверности научно-технической информации о рассматриваемом объекте.

ОПК-2.3. Использует информационнокоммуникационные технологии для оформления документации и представления информации

ЗОПК2.3-: способы использования информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации

УОПК-2.3: использовать информационнокоммуникационные технологии для оформления документации и представления информации

НОПК-2.3: информационно-коммуникационными технологиями для оформления документации и представления информации.

Исследования.

ОПК-6. Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства.

ОПК-6.1. Формулирует цели, ставит задачи исследований

ЗОПК-6.1: методы формулирования целей, постановки задач исследований

УОПК-6.1: формулировать цели и ставить задачи исследований

НОПК-6.1: методами формулирования целей, постановки задач исследований.

ОПК-6.2. Составляет программы для проведения исследований, определяет потребности в ресурсах

ЗОПК-6.2: способы составления программ для проведения исследований, определения потребностей в ресурсах

УОПК-6.2: составлять программы для проведения исследований, определять потребности в ресурсах

НОПК-6.2: способами составления программ для проведения исследований, определения потребностей в ресурсах.

ОПК-6.3. Формулирует выводы по результатам исследования

ЗОПК-6.3: методы формулирования выводов по результатам исследования

УОПК-6.3: формулировать выводы по результатам исследования

НОПК-6.3: методами формулирования выводов по результатам исследования.

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1 Тематический план дисциплины:

1. Линейное программирование

2. Введение в теорию игр

3 Нелинейное программирование

4 Динамическое программирование

5 Графы и сети

6 Нечеткое математическое программирование

Лекционные занятия

1. Линейное программирование

Цели и методы исследования операций. Составные части модели задачи математического программирования. Формы записи математической модели ЗЛП; приемы перехода от одной формы модели к другой. Задачи оптимизации использования ресурсов.

Задачи о выборе оптимальных технологий. Задачи вариационного исчисления, критерий оптимальности в которых задан в форме функционала. Понятие локального и глобального экстремума. Основная теорема линейного программирования. Особенности оптимизации выпуклых функций. Алгоритм основного симплекс-метода. Алгоритм двойственного симплекс-метода. Алгоритм смешанного симплекс-метода. Введение в математическую модель ЗЛП искусственных неизвестных. Формирование дополнительной целевой функции. Алгоритм решения ЗЛП методом искусственного базиса. Условия формирования в итерационных таблицах обращенного базиса и симплекс-множителей. Основные расчетные формулы модифицированного симплекс-метода. Алгоритм модифицированного симплекс-метода. Понятие теневой цены. Правила построения модели двойственной ЗЛП по модели прямой задачи. Экономическая интерпретация неизвестных двойственной задачи и их связь с неизвестными прямой ЗЛП. Постановка транспортной задачи. Расчетная таблица и число базисных неизвестных в ТЗ. Построение начального опорного плана методом северо-западного угла, методом двойного предпочтения, методом минимального элемента и методом аппроксимации Фогеля. Проверка опорного плана ТЗ на оптимальность. Циклы пересчета. Вырождение в ТЗ; правила использования нулевых поставок в опорных планах ТЗ. Алгоритм метода дифференциальных рент. Критерий оптимальности плана ТЗ при решении задачи методом дифференциальных рент. Правила определения знака нулевой оценки поставщика. Задача целочисленного программирования. Метод ветвей и границ. Метод сечений Гомори. Задача коммивояжера.

2. Введение в теорию игр

Парные матричные игры с седловой точкой. Алгоритм решения парной матричной игры в смешанных стратегиях графическим методом. Теоремы

теории игр с нулевой суммой; сведение решения матричной игры к решению пары двойственных задач ЗЛП. Решение статистической игры методом анализа иерархий. Использование критерия Байеса при решении игры с «природой» в условиях риска. Критерии выбора наиболее предпочтительной стратегии в игре с «природой» в условиях неопределенности: критерий недостаточного основания Лапласа, максиминный критерий Вальда, критерий минимального риска Сэвиджа, критерий Гурвица.

3. Нелинейное программирование

Особенности расположения точки экстремума в области допустимых решений ЗНП. Модель классической задачи на условный экстремум. Основная модель задачи выпуклого квадратичного программирования. Функция Лагранжа для модели классической задачи на условный экстремум. Достаточное условие максимума и минимума целевой функции задачи на условный экстремум. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа. Градиент функции нескольких переменных и его построение в точке на линии уровня целевой функции. Метод градиента. Метод наискорейшего спуска. Функция Лагранжа для основной модели задачи нелинейного выпуклого программирования; условие регулярности Слейтера. Седловая точка функции Лагранжа; теорема Куна-Таккера. Алгоритм решения задачи выпуклого квадратичного программирования сведением к ЗЛП с искусственным базисом.

4. Динамическое программирование

Принцип оптимальности Беллмана. Прямой и обратный ход решения задачи динамического программирования. Функциональные уравнения Беллмана. Алгоритм решения задачи оптимального распределения кап. вложений. Алгоритм решения задачи о замене оборудования. Алгоритм решения задачи управления производством и запасами.

5. Графы и сети

Построение графовых моделей систем; матричное задание графа. Построение экстремального дерева. Алгоритм Фалкерсона графического способа упорядочения вершин орграфа. Потоки на сетях. Теорема Форда-Фалкерсона; графический алгоритм нахождения оптимальной мощности потока через сеть. Параметры сетевого графика и алгоритм их расчета.

6. Нечеткое математическое программирование

Определение нечеткого множества. Основные характеристики нечетких множеств. Основные типы функций принадлежности. Операции над нечеткими множествами. Расстояние между нечеткими множествами. Мера нечеткости. Сравнение нечетких множеств. Нечеткие величины, числа и интервалы. Нечеткие числа и интервалы в форме (L-R)-функций. Треугольные нечеткие числа и трапециевидные нечеткие интервалы. Классификация и общая характеристика задач нечеткого математического программирования. Задача линейного программирования с не жестко заданными ограничениями. Задача линейного программирования с нечеткой целевой функцией.

Практические занятия.

1. Линейное программирование

Графический метод решения ЗЛП. Особенности и ограничения метода. Использование различных алгоритмов симплекс-метода решения ЗЛП и проверки правильности полученного оптимального решения. Изменение решения ЗЛП при «небольших» изменениях условий. Построение и решение двойственных ЗЛП. Решение транспортной задачи методом потенциалов и методом дифференциальных рент. Решение задачи целочисленного линейного программирования методами ветвей и границ и сечений. Решение задачи коммивояжера.

2. Введение в теорию игр

Парные матричные игры с седловой точкой. Алгоритм решения парной матричной игры в смешанных стратегиях графическим методом. Теоремы теории игр с нулевой суммой; сведение решения матричной игры к решению пары двойственных задач ЗЛП. Использование критерия Байеса в условиях риска. Критерии выбора наиболее предпочтительной стратегии в условиях неопределенности: критерий недостаточного основания Лапласа, максиминный критерий Вальда, критерий минимального риска Сэвиджа, критерий Гурвица.

3. Нелинейное программирование

Использование метода множителей Лагранжа при нахождении условных экстремумов при решении задачи нелинейного программирования. Решение ЗЛП методом градиента и методом наискорейшего спуска. Использование

теоремы Куна-Таккера при решении задачи выпуклого квадратичного программирования.

4. Динамическое программирование

Решение задачи распределения ресурсов и выработки стратегии замен оборудования. Принцип погружения. Решение задачи оптимального производства и хранения.

5. Графы и сети

Построение экстремального дерева. Матричное задание графа и построение графа по матрице инцидентий и матрице смежности вершин. Упорядочение вершин орграфа. Построение максимального потока по сети. Определение основных параметров сетевого графика.

6. Нечеткое математическое программирование.

Выполнение операций над нечеткими множествами. Вычисление расстояния между нечеткими множествами. Мера нечеткости. Сравнение нечетких множеств. Арифметические операции над нечеткими числами и интервалами в разных формах. Задача линейного программирования с нежестко заданными ограничениями. Задача линейного программирования с нечеткой целевой функцией.

Лабораторные занятия.

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Литература

1. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>
2. Кундышева Е. С. Экономико-математическое моделирование. Учебное пособие. Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=416547#none>

3. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. Учебник. М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=511969#none>

4. Роджер Темам. Математическое моделирование в механике сплошных сред [Электронный ресурс]/ Роджер Темам, Ален Миранвиль— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.— 321 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37054>

5. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений. Учебник. - М.: КРОКУС, 2013, Гриф УМО

6. Ашихмин В.Н. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ашихмин В.Н., Гитман М.Б., Келлер И.Э.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2004.— 439 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9063.html>.— ЭБС «IPRbooks»

Интернет-ресурсы и другие электронные информационные источники
Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://www.intuit.ru/>

2. <http://www.mathnet.ru.ru/> - общероссийский математический портал

3. <http://www.bymath.net/studyguide/fun/sec/fun9.htm> - элементарная математика,

4. <http://www.math.ru> - математический сайт, в библиотеке которого представлены полнотекстовые книги по математическому моделированию.

Вопросы к зачету.

1. Составные части модели задачи математического программирования. Постановка ЗЛП, формы записи ее математической модели.
2. Общая, стандартная и каноническая формы записи математической модели ЗЛП; балансные переменные, приемы перехода от одной формы записи математической модели ЗЛП к другой.
3. Предпочтительный вид канонической формы ЗЛП; получение базисного решения ЗЛП, записанной в такой форме.
4. Допустимый предпочтительный вид канонической формы. Использование искусственных переменных.
5. Типизация решений ЗЛП. Основная теорема линейного программирования. Графический метод решения ЗЛП, алгоритм и условия использования метода.
6. Выбор симплекс-метода (основного, двойственного, смешанного) в зависимости от характера предпочтительного вида канонической формы математической модели ЗЛП.; критерий оптимальности решения, найденного симплекс-методом.
7. Основной симплекс-метод решения ЗЛП: требования к форме записи математической модели задачи, алгоритм метода.
8. Двойственный симплекс-метод решения ЗЛП: требования к форме записи математической модели задачи, алгоритм метода.
9. Смешанный симплекс-метод решения ЗЛП: требования к форме записи математической модели задачи, алгоритм метода.
10. Метод искусственного базиса: требования к форме записи математической модели задачи, алгоритм метода.
11. Обращенный базис и симплекс-множители, их использование для нахождения промежуточных и оптимального планов и соответствующих значений целевой функции; алгоритм модифицированного симплекс-метода.
12. Анализ изменения решения ЗЛП при изменении значений свободных членов системы ограничений.
13. Анализ изменения решения ЗЛП при изменении значений коэффициентов целевой функции.

14. Анализ изменения решения ЗЛП при включении дополнительных переменных.
15. Анализ изменения решения ЗЛП при включении дополнительных ограничений.
16. Суть двойственных задач линейного программирования. Понятие теневой цены.
17. Математическая модель двойственной задачи и правила ее построения по исходной прямой ЗЛП. Основные теоремы двойственности.
18. Анализ оптимальных решений пары взаимно двойственных задач линейного программирования.
19. Парная игра с нулевой суммой. Чистые и смешанные стратегии игроков, активные стратегии; определение решения игры.
20. Основные теоремы теории парных матричных игр с нулевой суммой.
21. Суть платежной матрицы в парной матричной игре с нулевой суммой. Принципы уменьшения размера платежной матрицы.
22. Цена игры. Верхняя и нижняя цена игры. Решение парной матричной игры с седловой точкой.
23. Графическое решение парной матричной игры в смешанных стратегиях.

5. УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические рекомендации студентам по изучению дисциплины.

Чтобы освоить учебный материал любой дисциплины, необходимо регулярно посещать все занятия, не опаздывать к началу занятий и обязательно конспектировать лекции и учебно-методические рекомендации на практических занятиях. Лекции дают знания, которые подчас невозможно найти даже в лучших учебниках. Невозможно дословно законспектировать все, что говорит преподаватель, поэтому следует постараться выделить, записать основные положения, идеи, выводы, понять логику учебного материала, излагаемого преподавателем. При конспектировании желательно использовать понятные для конспектирующего студента сокращения и условные знаки. Во время практических занятий необходимо проявлять продуктивную активность, отвечать на вопросы преподавателя, показывать способность самостоятельного мышления.

С целью более глубокого освоения темы дисциплины, конспекты следует дополнять и дорабатывать для систематизации и обобщения, используя информацию, полученную во время практического занятия, а также рекомендуемую учебно-методическую литературу и Интернет-ресурсы. Аналогичную работу необходимо выполнять и при разработке тем дисциплины, предлагаемых для самостоятельного изучения. Рекомендуется выработать в себе привычку просматривать, перечитывать перед новой лекцией и предстоящим практическим занятием текст предыдущей лекции. Если возникают вопросы, обязательно обращайтесь за консультациями к преподавателю после занятия (или во время занятия при его вопросе к студентам: «Все понятно?») за разъяснениями, четко формулируя имеющийся «пробел» в понимании учебного материала. Практические задания следует выполнять четко в соответствии с планом, методическими рекомендациями и алгоритмами, сформулированными преподавателем. Оформление самостоятельной работы можно выполнять в рукописном виде разборчивым почерком или в печатном виде (программа Word, поля по 2 см, кегль 14, полуторный интервал). При подготовке к промежуточной аттестации необходимо получить у преподавателя перечень дидактических единиц базы знаний и типовое содержание заданий по проверке навыков и практических умений по дисциплине.

Организация самостоятельной работы студента по дисциплине.

Самостоятельная работа студентов включает проработку лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, знакомство с содержанием электронных источников, анализ ситуаций, разработку моделей, выполнение практических заданий, самоконтроль и взаимоконтроль выполненных заданий, выполнение комплексных ситуационных заданий. Для обеспечения выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Математика и информатика» студенты обеспечиваются: — учебной, учебно-методической и справочной литературой; — раздаточным справочно-методическим материалом, включающим алгоритмические схемы решения задач; — доступом к средствам вычислительной техники и необходимому программному обеспечению.