МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.
_____
"___"_____20___ г.

Программа дисциплины

Введение в исследование операций Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки: Системное программирование
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Автор(ы):
Заботин И.Я.
Рецензент(ы):
Миссаров М.Д.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Миссаров М. Д.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Заботин И.Я. кафедра анализа данных и исследования операций отделение фундаментальной информатики и информационных технологий , Igor.Zabotin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Курс "Введение в исследование операций" предназначен для ознакомления студентов с простыми экономико-математическими моделями оптимизационного типа и алгоритмами их решения. Студенты уже приобрели сведения по базовым математическим курсам, следует использовать эти сведения в читаемом курсе.

Прежде всего необходимо на простых примерах описать основные виды моделей оптимизационного типа, иллюстрируя их приложениями в экономике, а также процесс построения модели как формализацию схемы принятия решений. В качестве базового класса моделей вначале следует избрать линейное программирование, описать графическое представление задачи линейного программирования, идею конечного метода решения, привести примеры численного решения. Затем можно привести элементы теории двойственности для линейного программирования и их экономическую интерпретацию. Затем рассматриваются задачи дискретной оптимизации, для которых опи-сываются основные отличия от непрерывных, типичные постановки и подходы к решению. Выделяются случаи эффективно разрешимых задач.

Проблематика нелинейной оптимизации раскрывается на примерах соответствующих приложений и принципах построения алгоритмов. Иллюстрация основных положений вначале проводится на примере класса

задач минимизации функций одной переменной. Затем описывается задача минимизации функций многих переменных и пример метода поиска решения.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Для изучения данной дисциплины необходимы базовые знания по математическому анализу, алгебре и геометрии, теории вероятностей и математической статиттике, а также по другим базовым математическим дисциплинам. Знания, полученные в рамках этого курса, могут пригодиться студентам в различных спецкурсах по профилю "Системное программирование", при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основные задачи исследования операций и методы их решения
- математический аппарат для решения задач оптимизации

2. должен уметь:

- применять методы математического моделирования для определения типа решаемой задачи и выбора методов ее решения;
- применять различные методы оптимизации для решения практических задач.

3. должен владеть:

- математическим аппаратом решения задач линейного программирования, дискретной оптимизации и нелинейного программирования.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания и навыки в своей дальнейшей профессиональной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи-ческие занятия	Лабора-торные работы	
1.	Тема 1. Модели оптимизационного типа в экономике.	4		4	0	8	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи-ческие занятия	Лабора-торные работы	
2.	Тема 2. Линейное программирование.	4		4	0	8	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Задачи дискретной оптимизации.	4		4	0	8	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Нелинейная оптимизация.	4		6	0	12	Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Экзамен
	Итого			18	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Модели оптимизационного типа в экономике.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

1.1 Постановки задач оптимизации, укажите основные элементы. 1.2 Формализация схемы принятия решений, укажите основные элементы. 1.3 Эквивалентность критериев и преобразование целевых функций.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

1.1 Постановки задач оптимизации, укажите основные элементы. 1.2 Формализация схемы принятия решений, укажите основные элементы. 1.3 Эквивалентность критериев и преобразование целевых функций.

Тема 2. Линейное программирование.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

2.1 Постановка задачи линейного программирования, укажите основные элементы. 2.2 Постановка задачи линейного программирования, укажите основные свойства функций. 2.3 Графическое представление задачи линейного программирования, по-строить на примере, где n=2. 2.4 Графическое представление задачи линейного программирования, укажите основные свойства решения. 2.5 Графическое представление задачи линейного программирования, укажите идею конечного метода решения. 2.6 Графическое представление задачи линейного программирования, найдите решение для примера, где n=2, случай единственности. 2.7 Графическое представление задачи линейного программирования, найдите решение для примера, где n=2, случай множества решений. 2.8 Построить графическое представление двойственной задачи линейного программирования для примера, где m=2. 2.9 Общая постановка пары двойственных задач линейного программирования. 2.10 Эквивалентные преобразования задач линейного программирования 2.11 Свойства двойственных задач линейного программирования, лемма двойственности. 2.12 Свойства двойственных задач линейного программирования, обоснование следствий леммы двойственности. 2.13 Теоремы двойственности для задач линейного программирования. 2.14 Поиск решения пары двойственных задач линейного программирования на основе графического представления и теорем двойственности. 2.15 Экономическая интерпретация первой теоремы двойственности. 2.16 Экономическая интерпретация второй теоремы двойственности.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

2.1 Постановка задачи линейного программирования, укажите основные элементы. 2.2 Постановка задачи линейного программирования, укажите основные свойства функций. 2.3 Графическое представление задачи линейного программирования, по-строить на примере, где n=2. 2.4 Графическое представление задачи линейного программирования, укажите основные свойства решения. 2.5 Графическое представление задачи линейного программирования, укажите идею конечного метода решения. 2.6 Графическое представление задачи линейного программирования, найдите решение для примера, где n=2, случай единственности. 2.7 Графическое представление задачи линейного программирования, найдите решение для примера, где n=2, случай множества решений. 2.8 Построить графическое представление двойственной задачи линейного программирования для примера, где m=2. 2.9 Общая постановка пары двойственных задач линейного программирования. 2.10 Эквивалентные преобразования задач линейного программирования 2.11 Свойства двойственных задач линейного программирования, лемма двойственности. 2.12 Свойства двойственных задач линейного программирования, обоснование следствий леммы двойственности. 2.13 Теоремы двойственности для задач линейного программирования. 2.14 Поиск решения пары двойственных задач линейного программирования на основе графического представления и теорем двойственности. 2.15 Экономическая интерпретация первой теоремы двойственности. 2.16 Экономическая интерпретация второй теоремы двойственности.

Тема 3. Задачи дискретной оптимизации.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

3.1 Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по количеству рулонов. 3.2 Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по площади некондиции. 3.3 Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по общей площади непоставленных рулонов. 3.4 Метод округления для задач дискретной оптимизации. 3.5 Способы представления графа. 3.6 Алгоритм для задачи о кратчайшем связывающем дереве графа. 3.7 Числовой пример решения задачи о кратчайшем связывающем дереве графа. 3.8 Алгоритм Дейкстры для задачи о кратчайшем связывающем пути в графе. 3.9 Числовой пример решения задачи о кратчайшем связывающем пути в графе. 3.10 Задача о максимальном паросочетании в графе в виде задачи линейного булевого программирования. 3.11 Алгоритм для задачи о максимальном паросочетании в графе. 3.12 Числовой пример решения задачи о максимальном паросочетании в графе. 3.13 Примеры задач календарного планирования. 3.14 Свойства задач календарного планирования с одним исполнителем. 3.15 Алгоритм для задачи о минимизации производственных циклов. 3.16 Задача минимизации времени переналадок и задача коммивояжера. 3.17 Простые алгоритмы для задачи коммивояжера. 3.18 Задача минимизации времени завершения работ с двумя исполнителя-ми. 3.19 Алгоритм для задачи минимизации времени завершения работ с двумя исполнителями. 3.20 Задача линейного булевого программирования и ее преобразования. 3.21 Алгоритм Балаша для задачи линейного булевого программирования. 3.22 Числовой пример решения задачи линейного булевого программирования.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

3.1 Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по количеству рулонов. 3.2 Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по площади некондиции. 3.3 Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по общей площади непоставленных рулонов. 3.4 Метод округления для задач дискретной оптимизации. 3.5 Способы представления графа. 3.6 Алгоритм для задачи о кратчайшем связывающем дереве графа. 3.7 Числовой пример решения задачи о кратчайшем связывающем дереве графа. 3.8 Алгоритм Дейкстры для задачи о кратчайшем связывающем пути в графе. 3.9 Числовой пример решения задачи о кратчайшем связывающем пути в графе. 3.10 Задача о максимальном паросочетании в графе в виде задачи линейного булевого программирования. 3.11 Алгоритм для задачи о максимальном паросочетании в графе. 3.12 Числовой пример решения задачи о максимальном паросочетании в графе. 3.13 Примеры задач календарного планирования. 3.14 Свойства задач календарного планирования с одним исполнителем. 3.15 Алгоритм для задачи о минимизации производственных циклов. 3.16 Задача минимизации времени переналадок и задача коммивояжера. 3.17 Простые алгоритмы для задачи коммивояжера. 3.18 Задача минимизации времени завершения работ с двумя исполнителя-ми. 3.19 Алгоритм для задачи минимизации времени завершения работ с двумя исполнителями. 3.20 Задача линейного булевого программирования и ее преобразования. 3.21 Алгоритм Балаша для задачи линейного булевого программирования. 3.22 Числовой пример решения задачи линейного булевого программирования.

Тема 4. Нелинейная оптимизация.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

4.1 Примеры экономических моделей в виде задач нелинейной оптимизации. 4.2 Задача минимизации функций одной переменной. 4.3 Задача минимизации выпуклых функций одной переменной. 4.4 Задача минимизации вогнутых функций одной переменной. 4.5 Критерии оценки эффективности методов минимизации функций одной переменной. 4.6 Метод пассивного поиска. 4.7 Метод деления пополам. 4.8 Метод золотого сечения. 4.9 Сравнение эффективности методов. 4.10 Задача минимизации функций многих переменных. 4.11 Метод симплексного поиска.

лабораторная работа (12 часа(ов)):

4.1 Примеры экономических моделей в виде задач нелинейной оптимизации. 4.2 Задача минимизации функций одной переменной. 4.3 Задача минимизации выпуклых функций одной переменной. 4.4 Задача минимизации вогнутых функций одной переменной. 4.5 Критерии оценки эффективности методов минимизации функций одной переменной. 4.6 Метод пассивного поиска. 4.7 Метод деления пополам. 4.8 Метод золотого сечения. 4.9 Сравнение эффективности методов. 4.10 Задача минимизации функций многих переменных. 4.11 Метод симплексного поиска.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
1.	Тема 1. Модели оптимизационного типа в экономике.	4		подготовка домашнего задания	9	домаш-нее задание
2.	Тема 2. Линейное программирова-ние.	4		подготовка домашнего задания	9	домаш-нее задание
3.	Тема 3. Задачи дискретной оптимизации.	4		подготовка домашнего задания	9	домаш-нее задание

N	Раздел дисциплины	Се-мест	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
4.	Тема 4. Нелинейная оптимизация.	4		подготовка к контрольной работе	9	контроль-ная работа
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Изучение дисциплины "Введение в исследование операций" предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над материалами лекций, а также изучение рекомендованной основной и дополнительной литературы. Студентам следует стремиться самостоятельно решать все задачи, предлагаемые преподавателем в ходе курса, а также содержащиеся в рекомендованной литературе.

Прежде всего необходимо усвоить подход к построению моделей оптимизационного типа как формализацию схемы принятия решений. При изучении задач линейного программирования надо самостоятельно решать примеры графическим методом и для лучшего понимания теории двойственности линейного программирования выполнять предлагаемые теоретические задания. При изучении задач дискретной оптимизации надо обратить внимание на типичные постановки и подходы к решению, пони- мание трудностей таких задач. При изучении задач нелинейной оптимизации надо самостоятельно выполнять предлагаемые теоретические задания, для лучшего понимания свойств, самостоятельно проводить сравнение оценок трудоемкости алгоритмов минимизации функций одной переменной.

Студенты, с одной стороны, должны уметь приводить примеры приложений задач оптимизационного типа, с другой стороны, приобрести навыки решения простых задач оптимизации с помощью алгоритмов.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Модели оптимизационного типа в экономике.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач по созданию типовых математических моделей экономических задач (задачи распределения, транспортная задача, задача раскроя, задача о назначениях).

Тема 2. Линейное программирование.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач линейного программирования симплексным методов. Решение задач по теории двойственности.

Тема 3. Задачи дискретной оптимизации.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение типовых задач дискретной оптимизации (задачи на графах, задачи календарного планирования и пр).

Тема 4. Нелинейная оптимизация.

контрольная работа , примерные вопросы:

Подготовка к контрольной работе (решению индивидуальных заданий). Типовые примеры контрольных работ приведены в разделе "Прочее".

Итоговая форма контроля

экзамен (в 4 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

По дисциплине предполагается проведение экзамена. Для текущей проверки знаний могут использовать тесты.

Примеры тестовых вопросов

На следующие вопросы должен быть дан утвердительный или отрицательный ответ вместе с обоснованием.

1. Решение задачи линейного программирования находится в угловой точке допустимого множества.
2. Оптимальные значения целевых функций пары двойственных задач линейного программирования совпадают.
3. Локальный и глобальный минимумы выпуклой функции одной переменной на отрезке совпадают.
4. Глобальный минимум вогнутой функции одной переменной на отрезке находится на конце отрезка.
5. Метод деления пополам на итерации сокращает отрезок локализации минимума быстрее, чем метод золотого сечения.

Типовой пример домашнего задания

Изучить литературу по задачам линейного программирования.
Найти решение задач в двумерном пространстве графическим способом,
указать параметры изменения целевой функции, не меняющие оптимального значения.

Типовые примеры контрольных работ

контрольная работа 1

Найти решение пары двойственных задач линейного программирования
в двумерном пространстве прямых переменных графическим способом.

контрольная работа 2

Для заданного графа найти кратчайший связывающий путь с помощью
алгоритма Дейкстры.

Вопросы к экзамену

Темы:

1.Модели оптимизационного типа в экономике.

1.1 Постановки задач оптимизации, укажите основные элементы.
1.2 Формализация схемы принятия решений, укажите основные элементы.
1.3 Эквивалентность критериев и преобразование целевых функций.

2. Линейное программирование.

2.1 Постановка задачи линейного программирования, укажите основные элементы.
2.2 Постановка задачи линейного программирования, укажите основные свойства функций.
2.3 Графическое представление задачи линейного программирования, по-строить на примере, где n=2.
2.4 Графическое представление задачи линейного программирования, укажите основные свойства решения.
2.5 Графическое представление задачи линейного программирования, укажите идею конечного метода решения.

2.6 Графическое представление задачи линейного программирования, найдите решение для примера, где n=2, случай единственности.

2.7 Графическое представление задачи линейного программирования, найдите решение для примера, где n=2, случай множества решений.

2.8 Построить графическое представление двойственной задачи линейного программирования для примера, где m=2.

2.9 Общая постановка пары двойственных задач линейного программирования.

2.10 Эквивалентные преобразования задач линейного программирования

2.11 Свойства двойственных задач линейного программирования, лемма двойственности.

2.12 Свойства двойственных задач линейного программирования, обоснование следствий леммы двойственности.

2.13 Теоремы двойственности для задач линейного программирования.

2.14 Поиск решения пары двойственных задач линейного программирования на основе графического представления и теорем двойственности.

2.15 Экономическая интерпретация первой теоремы двойственности.

2.16 Экономическая интерпретация второй теоремы двойственности.

3. Задачи дискретной оптимизации.

3.1 Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по количеству рулонов.

3.2 Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по площади некондиции.

3.3 Постановка задачи раскроя бумажных рулонов по общей площади непоставленных рулонов.

3.4 Метод округления для задач дискретной оптимизации.

3.5 Способы представления графа.

3.6 Алгоритм для задачи о кратчайшем связывающем дереве графа.

3.7 Числовой пример решения задачи о кратчайшем связывающем дереве графа.

3.8 Алгоритм Дейкстры для задачи о кратчайшем связывающем пути в графе.

3.9 Числовой пример решения задачи о кратчайшем связывающем пути в графе.

3.10 Задача о максимальном паросочетании в графе в виде задачи линейного булевого программирования.

3.11 Алгоритм для задачи о максимальном паросочетании в графе.

3.12 Числовой пример решения задачи о максимальном паросочетании в графе.

3.13 Примеры задач календарного планирования.

3.14 Свойства задач календарного планирования с одним исполнителем.

3.15 Алгоритм для задачи о минимизации производственных циклов.

3.16 Задача минимизации времени переналадок и задача коммивояжера.

3.17 Простые алгоритмы для задачи коммивояжера.

3.18 Задача минимизации времени завершения работ с двумя исполнителями.

3.19 Алгоритм для задачи минимизации времени завершения работ с двумя исполнителями.

3.20 Задача линейного булевого программирования и ее преобразования.

3.21 Алгоритм Балаша для задачи линейного булевого программирования.

3.22 Числовой пример решения задачи линейного булевого программирования.

4. Нелинейная оптимизация.

4.1 Примеры экономических моделей в виде задач нелинейной оптимизации.

4.2 Задача минимизации функций одной переменной.

4.3 Задача минимизации выпуклых функций одной переменной.

4.4 Задача минимизации вогнутых функций одной переменной.

4.5 Критерии оценки эффективности методов минимизации функций одной переменной.

4.6 Метод пассивного поиска.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

4.7 Метод деления пополам.

4.8 Метод золотого сечения.

Типовой билет

1.Свойства двойственных задач линейного программирования.

2.Для заданного двудольного графа найти максимальное паросочетание.

7.1. Основная литература:

1 Макшанов, А.В. Технологии интеллектуального анализа данных [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Макшанов, А.Е. Журавлев. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 212 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/109617

2. Горлач, Б.А. Исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.А. Горлач. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 448 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4865

3.Измаилов, А.Ф. Численные методы оптимизации [Электронный ресурс] : монография / А.Ф. Измаилов, М.В. Солодов. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2008. - 320 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2184

4. Лемешко Б. Ю. Теория игр и исследование операций / Лемешко Б.Ю. - Новосиб.:НГТУ, 2013. - 167 с.: ISBN 978-5-7782-2198-7 Режим доступа:

http://znanium.com/bookread2.php?book=558878

5.Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2011. - 384 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2330

7.2. Дополнительная литература:

1. Заботин, И.Я. Методы и вычислительные приемы в линейном программировании [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Я. Заботин, Я.И. Заботин. - Электрон. дан. - Казань : КФУ, 2014. - 116 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72810

2. Ржевский, С.В. Исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Ржевский. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 480 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/32821

7.3. Интернет-ресурсы:

Википедия - http://ru.wikipedia.org

Интернет-портал образовательных ресурсов КФУ - http://www.kfu-elearning.ru

Интернет-портал образовательных ресурсов по ИТ - http://www.intuit.ru

Интернет--портал ресурсов по математическим наукам - http://www.math.ru/

Интернет-портал со статьями по алгоритмике и программированию - http://algolist.manual.ru/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Введение в исследование операций" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Для проведения аудиторных занятий по курсу требуется наличие мультимедийного оборудования для демонстрации презентаций и других материалов по курсу. Требуется также доска (с маркером или мелом) для совместного решения задач и вывода наиболее интересных результатов по темам курса.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Системное программирование .

Автор(ы):
Заботин И.Я. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Миссаров М.Д. _____
"__" _____ 201 __ г.