

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального 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

Методы оптимизации и исследование операций Б1.В.ДВ.5

Направление подготовки: 10.03.01 - Информационная безопасность

Профиль подготовки: Безопасность компьютерных систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Коннов И.В.

Рецензент(ы):

Андрианова А.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Латыпов Р. Х.

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

Казань
2018

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) главный научный сотрудник, д.н. (профессор) Коннов И.В. НИЦ Фундаментальная и прикладная информатика Институт вычислительной математики и информационных технологий, Igor.Konnov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Цель курса: ознакомить студентов с базовыми моделями оптимизационного типа, основными методами их исследования и поиска решений. В числе рассматриваемых классов находятся задачи линейного программирования, включая задачи транспортного типа, решаемые с помощью конечных методов. Для исследования задач нелинейной оптимизации привлекается аппарат выпуклого анализа и условия оптимальности. Излагаются также основные подходы к построению методов минимизации выпуклых функций, в том числе с нелинейными ограничениями. Параллельно изложению проводится решение тестовых задач.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 10.03.01 Информационная безопасность и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Данная дисциплина относится к профессиональным дисциплинам по выбору.

Читается на 3 курсе в 6 семестре для студентов обучающихся по направлению "Информационная безопасность".

Изучение основывается на результатах изучения дисциплин "Алгебра и геометрия", "Математический анализ".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью понимать значение информации в развитии современного общества, применять достижения информационных технологий для обработки и поиска информации по профилю деятельности в глобальных компьютерных сетях, библиотечных фондах и иных источниках информации
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью использовать нормативные правовые акты в профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью выполнять работы по установке, настройке и обслуживанию программных, программно-аппаратных (в том числе криптографических) и технических средств защиты информации
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью применять программные средства системного, прикладного и специального назначения, инструментальные средства, языки и системы программирования для решения профессиональных задач

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью участвовать в работах по реализации политики информационной безопасности, применять комплексный подход к обеспечению информационной безопасности объекта защиты
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью принимать участие в организации и проведении контрольных проверок работоспособности и эффективности применяемых программных, программно-аппаратных и технических средств защиты информации
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью проводить анализ исходных данных для проектирования подсистем и средств обеспечения информационной безопасности и участвовать в проведении технико-экономического обоснования соответствующих проектных решений

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- знать основные свойства методов решения задач нелинейной оптимизации.

2. должен уметь:

- решать задачи линейного программирования произвольного вида с помощью симплекс-метода;
- решать транспортные задачи с помощью метода потенциалов.

3. должен владеть:

- навыками использования различных критериев проверки свойств выпуклости функций;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- проверять выполнение условий оптимальности для нелинейной задачи оптимизации;
- выбирать метод решения задач нелинейной оптимизации.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 6 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	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Задачи оптимизации как модели принятия решений.	6		2	0	2	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Линейное программирование.	6		6	0	6	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Транспортная задача.	6		6	0	6	Контрольная работа
4.	Тема 4. Элементы выпуклого анализа.	6		6	0	6	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Методы минимизации функций без ограничений.	6	0	4	0	4	Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Элементы теории нелинейной оптимизации.	6		4	0	4	Письменное домашнее задание
7.	Тема 7. Методы минимизации функций на простых множествах.	6		4	0	4	Письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Методы минимизации функций при нелинейных ограничениях.	6		4	0	4	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Задачи оптимизации как модели принятия решений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Введение. Примеры задач оптимизации. Задачи оптимизации как модели принятия решений.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Формализация схемы принятия решений, эквивалентность критериев и преобразование целевых функций.

Тема 2. Линейное программирование.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Линейное программирование. Графическое представление задачи линейного программирования и ее свойства. Элементы теории двойственности. Симплекс-метод для задач линейного программирования. Методы поиска начального допустимого базиса. Метод симплексных таблиц.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Графическое представление задачи линейного программирования, поиск решения пары двойственных задач линейного программирования. Симплекс-метод, способы реализации.

Тема 3. Транспортная задача.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Транспортная задача. Транспортная задача в матричной постановке и ее свойства. Метод потенциалов.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Способы поиска начального плана, метод потенциалов.

Тема 4. Элементы выпуклого анализа.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Элементы выпуклого анализа. Выпуклые и замкнутые множества. Проекция и их свойства. Выпуклые функции. Дифференциальные условия выпуклости.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Выпуклые функции, дифференциальные критерии проверки.

Тема 5. Методы минимизации функций без ограничений.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Методы минимизации функций без ограничений. Условие оптимальности в задаче минимизации выпуклой функции. Градиентный метод и его свойства. Метод Ньютона и его свойства. Методы минимизации функций без вычисления производных.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Реализации градиентного метода и метода Ньютона.

Тема 6. Элементы теории нелинейной оптимизации.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Элементы теории нелинейной оптимизации. Существование и единственность решений в задаче нелинейной оптимизации. Строгая и сильная выпуклость функций. Дифференциальные и общие критерии различных классов выпуклости. Условия оптимальности в задаче нелинейной оптимизации. Приложение условий оптимальности к теории двойственности.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Необходимые и достаточные условия оптимальности для разных типов ограничений.

Тема 7. Методы минимизации функций на простых множествах.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Методы минимизации функций на простых множествах. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Способы реализации.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Примеры реализации методов условного градиента и проекции градиента.

Тема 8. Методы минимизации функций при нелинейных ограничениях.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Методы минимизации функций при нелинейных ограничениях. Методы двойственности. Метод симплексного поиска. Методы штрафных функций.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Примеры реализации методов двойственности и штрафных функций.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Задачи оптимизации как модели принятия решений.	6		подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
2.	Тема 2. Линейное программирование.	6		подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
3.	Тема 3. Транспортная задача.	6		подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
4.	Тема 4. Элементы выпуклого анализа.	6		подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
5.	Тема 5. Методы минимизации функций без ограничений.	6	0	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
6.	Тема 6. Элементы теории нелинейной оптимизации.	6		подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
7.	Тема 7. Методы минимизации функций на простых множествах.	6		подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
8.	Тема 8. Методы минимизации функций при нелинейных ограничениях.	6		подготовка к контрольной работе	3	контрольная работа
	Итого				27	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Обучение происходит в форме лекционных и лабораторных занятий, а также самостоятельной работы студентов.

Теоретический материал излагается на лекциях. Причем конспект лекций, который остается у студента в результате прослушивания лекции не может заменить учебник. Его цель - формулировка основных утверждений и определений. Прослушав лекцию, полезно ознакомиться с более подробным изложением материала в учебнике. Список литературы разделен на две категории: необходимый для сдачи экзамена минимум и дополнительная литература.

Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для закрепления навыков построения математических моделей оптимизационного типа и решения задач оптимизации.

Самостоятельная работа предполагает выполнение домашних работ. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы. Кроме того, самостоятельная работа включает подготовку к экзамену. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени.

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

Тема 1. Задачи оптимизации как модели принятия решений.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач по изучаемой теме. Построение математических моделей (раскрой, задачи размещения, задачи о диете и пр.) как задач оптимизации.

Тема 2. Линейное программирование.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач по изучаемой теме. Решение задачи линейного программирования: геометрическая интерпретация, симплексный метод, транспортная задача.

Тема 3. Транспортная задача.

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа по темам: Задачи линейного программирования и транспортная задача. Примеры вариантов: 1.Найти решение пары двойственных задач линейного программирования в двумерном пространстве прямых переменных графическим способом. 2.Найти решение транспортной задачи методом потенциалов.

Тема 4. Элементы выпуклого анализа.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач по изучаемой теме. Исследование функций и множеств на выпуклость.

Тема 5. Методы минимизации функций без ограничений.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач по изучаемой теме. Решение задач нелинейного программирования градиентным методом и методом Ньютона.

Тема 6. Элементы теории нелинейной оптимизации.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач по изучаемой теме. Решение задач нелинейной оптимизации с помощью условий оптимальности и утверждений теории двойственности.

Тема 7. Методы минимизации функций на простых множествах.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач по изучаемой теме. Решение задач нелинейной оптимизации методами проекции градиента и условного градиента, а также методом штрафных функций.

Тема 8. Методы минимизации функций при нелинейных ограничениях.

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа по темам: Выпуклый анализ, методы нелинейной оптимизации. Примеры вариантов. 1. Решить задачу квадратичного программирования методом условного градиента. 2. Исследовать функцию на выпуклость.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Примерные вопросы к экзамену:

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. Транспортная задача является задачей линейного программирования.
4. Метод потенциалов является вариантом симплекс-метода.
5. Локальный и глобальный минимумы выпуклой функции на выпуклом множестве совпадают.

Вопросы к экзамену

1. Примеры задач оптимизации. Задачи оптимизации как модели принятия решений.
2. Графическое представление задачи линейного программирования и ее свойства.
3. Элементы теории двойственности.
4. Симплекс-метод для задач линейного программирования.
5. Методы поиска начального допустимого базиса.
6. Метод симплексных таблиц.
7. Транспортная задача в матричной постановке и ее свойства.
8. Метод потенциалов.
9. Выпуклые и замкнутые множества. Проекции и их свойства.
10. Выпуклые функции. Дифференциальные условия выпуклости. Условие оптимальности в задаче минимизации выпуклой функции.
11. Градиентный метод и его свойства.
12. Метод Ньютона и его свойства.
13. Методы минимизации функций без вычисления производных.
14. Существование и единственность решений в задаче нелинейной оптимизации. Строгая и сильная выпуклость функций.
15. Дифференциальные и общие критерии различных классов выпуклости.
16. Условия оптимальности в задаче нелинейной оптимизации.
17. Приложение условий оптимальности к теории двойственности.
18. Метод проекции градиента.
19. Метод условного градиента.
20. Методы двойственности. Метод симплексного поиска.
21. Методы штрафных функций.

Дополнительные контрольные вопросы для экзамена

Темы:

1. Задачи оптимизации как модели принятия решений.
 - 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, построить 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 Симплекс-метод, опишите базис и опорные точки.
 - 2.16 Симплекс-метод, опишите итерацию.
 - 2.17 Симплекс-метод, укажите основные свойства.
 - 2.18 Симплекс-метод, укажите способы реализации.
 - 2.19 Симплекс-метод, укажите способы поиска начального базиса.
3. Транспортная задача.
 - 3.1 Постановка транспортной задачи, укажите основные элементы.
 - 3.2 Постановка транспортной задачи при нарушении баланса, укажите способы приведения к обычному виду.
 - 3.3 Постановка транспортной задачи, укажите основные свойства.
 - 3.4 Метод потенциалов, укажите способы поиска начального плана.
 - 3.5 Метод потенциалов, опишите итерацию.
 - 3.6 Метод потенциалов, укажите основные свойства.
 4. Элементы выпуклого анализа.
 - 4.1 Выпуклые и замкнутые множества, примеры.
 - 4.2 Замкнутые множества, примеры.
 - 4.3 Определение проекции, укажите свойства.
 - 4.4 Выпуклые функции, примеры.
 - 4.5 Выпуклые функции, укажите дифференциальные критерии проверки.
 5. Методы минимизации функций без ограничений.
 - 5.1 Выпуклые функции, необходимое и достаточное условие минимума.
 - 5.2 Градиентный метод, опишите итерацию.
 - 5.3 Градиентный метод, сходимость и скорость сходимости.
 - 5.4 Градиентный метод, выбор длины шага.
 - 5.5 Метод Ньютона, опишите итерацию.
 - 5.6 Метод Ньютона, сходимость и скорость сходимости.
 - 5.7 Градиентный метод и метод Ньютона, сравнение.
 - 5.8 Методы координатного поиска, опишите итерацию.
 - 5.9 Метод симплексного поиска, опишите итерацию.
 6. Элементы теории нелинейной оптимизации.

- 6.1 Задача нелинейной оптимизации, укажите условия существования решений.
 - 6.2 Задача нелинейной оптимизации, укажите условия единственности решения.
 - 6.3 Строго выпуклые функции, примеры.
 - 6.4 Строго выпуклые функции, укажите дифференциальные критерии проверки.
 - 6.5 Сильно выпуклые функции, примеры.
 - 6.6 Сильно выпуклые функции, укажите дифференциальные критерии проверки.
 - 6.7 Выпуклые функции, укажите критерии проверки выпуклости композиции.
 - 6.8 Задача нелинейной оптимизации, укажите общие необходимые и достаточные условия оптимальности.
 - 6.9 Задача нелинейной оптимизации, укажите необходимые и достаточные условия оптимальности для разных типов ограничений.
 - 6.10 Задача нелинейной оптимизации, укажите необходимые и достаточные условия оптимальности в виде седловой точки.
 - 6.11 Задача выпуклой оптимизации, укажите способ определения двойственных задач.
 - 6.12 Задача выпуклой оптимизации, укажите связь двойственных задач и задачи о седловой точке.
7. Методы минимизации функций на простых множествах.
 - 7.1 Метод проекции градиента, опишите итерацию.
 - 7.2 Метод проекции градиента, сходимость и скорость сходимости.
 - 7.3 Метод проекции градиента, выбор длины шага.
 - 7.4 Метод проекции градиента, укажите примеры реализации.
 - 7.5 Метод условного градиента, опишите итерацию.
 - 7.4 Метод условного градиента, укажите примеры реализации.
 8. Методы минимизации функций при нелинейных ограничениях.
 - 8.1 Методы двойственности, опишите итерации.
 - 8.2 Метод симплексного поиска, опишите итерацию.
 - 8.3 Методы штрафных функций, опишите итерацию.
 - 8.4 Методы штрафных функций, укажите свойства сходимости.

Примеры экзаменационных билетов

- 1.1 Симплекс-метод для задач линейного программирования.
- 1.2 Проверить выпуклость или вогнутость функции при $n=3$ на основе дифференциальных критериев.
 - 2.1 Выпуклые и замкнутые множества. Проекция и их свойства.
 - 2.2 Решить задачу линейного программирования при $n=2$ на основе графического представления.
 - 3.1 Метод Ньютона и его свойства.
 - 3.2 Решить транспортную задачу при $m=3$, $n=4$ методом потенциалов.

7.1. Основная литература:

1. Кашина О.А. Методы оптимизации. Часть I. Элементы теории экстремальных задач [Текст] / О.А. Кашина, А.И. Кораблев: - Казань: изд-во КГУ, 2008. - 84 с.
2. Кашина, О. А.. Методы оптимизации: учебное пособие / О. А. Кашина, А. И. Кораблев; Казан. гос. ун-т, Фак. вычисл. математики и кибернетики. - Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2008. -; 21. Ч. 2: Численные методы решения экстремальных задач. - 2011. - 143 с.. - Библиогр.: с. 138-143 (39 назв.), 150 .

3. Измаилов А.Ф., Солодов М.В. Численные методы оптимизации. - М.: Физматлит, 2008. 320с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2184
4. Струченков В. И. Прикладные задачи оптимизации. Модели, методы, алгоритмы: Практическое пособие / Струченков В.И. - М.:СОЛОН-Пр., 2016. - 314 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=905033>
5. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. - М.: Физматлит, 2011. - 384с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2330
6. Сдвижков О. А. Практикум по методам оптимизации: Практикум / Сдвижков О.А. М.:Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 231 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=459517>

7.2. Дополнительная литература:

1. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. Кн.1 - М.: МЦНМО, 2011. - 620 с. ЭБС 'Лань': <http://e.lanbook.com/view/book/9304/>
2. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. Кн.2 - М.: МЦНМО, 2011. - 433 с. ЭБС 'Лань': <http://e.lanbook.com/view/book/9305/>
3. Аттетков А. В. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с. ЭБС 'Знаниум': <http://znanium.com/bookread2.php?book=350985>

7.3. Интернет-ресурсы:

- Портал web-сервисов для математиков - <http://mathhelp.spb.ru>
Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.math.ru/>
Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.allmath.com/>
Сайт с материалами по естественно-научным дисциплинам - <http://en.edu.ru/>
Сайт с учебными материалами по математическим дисциплинам - <http://www.exponenta.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Методы оптимизации и исследование операций" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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.

Лекции и лабораторные занятия по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом(маркером).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 10.03.01 "Информационная безопасность" и профилю подготовки Безопасность компьютерных систем .

Автор(ы):

Коннов И.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Андрианова А.А. _____

"__" _____ 201__ г.