

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

СОГЛАСОВАНО:

Выпускающая кафедра ЦТУТП
Доцент



В.Е. Нутович

05 октября 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИУЦТ



С.П. Вакуленко

06 октября 2020 г.



Кафедра «Математическое моделирование и системный анализ»

Автор Иванова Александра Петровна, к.ф.-м.н., доцент

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дискретная оптимизация

| | |
|--------------------------|--|
| Направление подготовки: | 01.03.02 – Прикладная математика и информатика |
| Профиль: | Математические модели в экономике и технике |
| Квалификация выпускника: | Бакалавр |
| Форма обучения: | очная |
| Год начала подготовки | 2017 |

| | |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии Протокол № 3 05 октября 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">Н.А. Клычева</p> | <p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 6 27 апреля 2020 г. И.о. заведующего кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">Г.А. Зверкина</p> |
|--|---|

Москва 2020 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) «Дискретная оптимизация» являются

- ознакомление студентов функциональными системами и с основными классами задач теории графов и математического программирования и существующих способах их решения;

- изучение свойств некоторых объектов состоящих из конечного количества элементов;
- развитие навыков разработки алгоритмов и практического решения прикладных задач.

Основной целью изучения учебной дисциплины «Дискретная оптимизация» является формирование у обучающегося компетенций в области принятия оптимальных решений и решений в условиях неопределенности, необходимых при работе для следующих видов деятельности: научно-исследовательской, организационно-управленческой.

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности): планирование научно-исследовательской деятельности и ресурсов, необходимых для реализации производственных процессов, исследование и разработка математических моделей, алгоритмов, методов, программного обеспечения, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина "Дискретная оптимизация" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его базовую часть.

2.1. Наименования предшествующих дисциплин

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

2.1.1. Алгебра и аналитическая геометрия:

Знания: основных понятий векторной алгебры и аналитической геометрии

Умения: применять методы решения задач векторной алгебры и аналитической геометрии

Навыки: решения задач векторной алгебры и аналитической геометрии

2.1.2. Математический анализ:

Знания: основ дифференциального и интегрального исчисления, теории функций нескольких переменных; основных понятий теории метрических и линейных нормированных пространств

Умения: исследовать функции средствами дифференциального исчисления, применять основные методы интегрирования, исследовать функции нескольких переменных, находить их безусловные и условные экстремумы

Навыки: решения задач математического анализа и ряда задач геометрии и физики

2.1.3. Основы информатики:

Знания: основ информатики и вычислительной техники

Умения: писать код программы на языке программирования высокого уровня

Навыки: написания и отладки программ, написанных на языке программирования высокого уровня

2.2. Наименование последующих дисциплин

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

2.2.1. Компьютерная безопасность

2.2.2. Компьютерная графика

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

| № п/п | Код и название компетенции | Ожидаемые результаты |
|----------|--|---|
| 1 | ПК-2 способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат | <p>Знать и понимать: - основные определения дискретной математики и алгоритмы решения некоторых экстремальных задач, сведения о комбинаторных алгоритмах решения типичных задач математического программирования - комбинаторные алгоритмы решения типичных задач математического программирования и способы их программной реализации</p> <p>Уметь: - выделять объекты, имеющие заданные свойства (под свойствами могут пониматься достижимость, связность и ряд других) - применять полученные знания для решения задач оптимизации</p> <p>Владеть: - приемами употребления математической символики для выражения количественных и качественных отношений объектов - приемами решения задач дискретной оптимизации с использованием приобретенных ранее навыков программирования</p> |
| 2 | ПК-3 способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности | <p>Знать и понимать: алгоритмы и методы решения экстремальных задач</p> <p>Уметь: применять полученные знания для решения задач оптимизации</p> <p>Владеть: приемами решения задач дискретной оптимизации с использованием приобретенных ранее навыков программирования</p> |

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

5 зачетных единиц (180 ак. ч.).

4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

| Вид учебной работы | Количество часов | |
|--|-------------------------|------------------|
| | Всего по учебному плану | Семестр 6 |
| Контактная работа | 56 | 56,15 |
| Аудиторные занятия (всего): | 56 | 56 |
| В том числе: | | |
| лекции (Л) | 28 | 28 |
| практические (ПЗ) и семинарские (С) | 14 | 14 |
| лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП) | 14 | 14 |
| Самостоятельная работа (всего) | 88 | 88 |
| Экзамен (при наличии) | 36 | 36 |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы: | 180 | 180 |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.: | 5.0 | 5.0 |
| Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля) | КР (1), ПК1, ПК2 | КР (1), ПК1, ПК2 |
| Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет) | ЭК | ЭК |

4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины | Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|--|---|----|-------|-----|----|-------|---|
| | | | Л | ЛР | ПЗ/ТП | КСР | СР | Всего | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 6 | Раздел 1 Множества | 1 | | 1 | | 12 | 14 | |
| 2 | 6 | Тема 1.1 Конечные и бесконечные множества. Алгебра множеств | 1 | | 1 | | 12 | 14 | |
| 3 | 6 | Раздел 2 Теория графов | 12 | | 5 | | 34 | 51 | |
| 4 | 6 | Тема 2.1 Достижимость и связность: матрица достижимостей и контрдостижимостей; нахождение сильных компонент; базы и антибазы графов | 2 | | 2 | | 10 | 14 | |
| 5 | 6 | Тема 2.3 Раскраски графов. Реберные и вершинные раскраски. Раскраски плоских графов | 2 | | | | | 2 | |
| 6 | 6 | Тема 2.5 Задачи о покрывающих множествах | 2 | | 2 | | 12 | 16 | |
| 7 | 6 | Тема 2.6 Деревья. Кратчайшие остовные деревья. Алгоритмы Краскала и Прима. Задача Штейнера | 2 | | | | | 2 | |
| 8 | 6 | Тема 2.7 Кратчайшие пути. Алгоритм Дейкстры и Беллмана для положительных весов дуг | 1 | | | | 12 | 13 | ПК1, Контрольная работа № 1 |
| 9 | 6 | Тема 2.8 Кратчайшее расстояние между всеми парами вершин. Матричные алгоритмы для кратчайших расстояний | 2 | | | | | 2 | |
| 10 | 6 | Тема 2.9 Эйлеровы и гамильтоновы циклы | 1 | | 1 | | | 2 | |
| 11 | 6 | Раздел 3 | 11 | 14 | 6 | | 32 | 63 | |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины | Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|---|---|----|-------|-----|----|-------|---|
| | | | Л | ЛР | ПЗ/ТП | КСР | СР | Всего | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | Дискретное программирование | | | | | | | |
| 12 | 6 | Тема 3.1 Постановка и особенности задач дискретного программирования. Целочисленные многогранные множества. | 2 | | | | | 2 | |
| 13 | 6 | Тема 3.2 Модели дискретного программирования. Задачи транспортного типа. Транспортная задача в матричной постановке, целочисленность опорных планов. | 1 | | | | | 1 | |
| 14 | 6 | Тема 3.3 Задача о назначении (задача выбора). Задача коммивояжера. Транспортная задача с фиксированными оплатами. Распределительная задача. | 2 | | | | | 2 | |
| 15 | 6 | Тема 3.4 Задача об одномерном ранце. | 1 | 8 | 2 | | 10 | 21 | ПК2, Контрольная работа № 2 |
| 16 | 6 | Тема 3.5 Задача о многомерном ранце. Общие свойства задач о ранце. Алгоритм Данцига для линейной одномерной задаче о ранце. | 2 | 6 | 1 | | 12 | 21 | |
| 17 | 6 | Тема 3.6 Метод ветвей и границ | 1 | | 3 | | 10 | 14 | |
| 18 | 6 | Тема 3.7 Комбинированные эвристические алгоритмы для задачи о ранце. Задачи о покрытиях графов. Задача об изоморфизме графов. Задачи о раскрасках | 2 | | | | | 2 | |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины | Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|--|---|----|-------|-----|----|-------|---|
| | | | Л | ЛР | ПЗ/ТП | КСР | СР | Всего | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | графов. Задача о покрытии конечного множества системой его подмножеств. | | | | | | | |
| 19 | 6 | Раздел 4 Элементы математической логики | 4 | | 2 | | 10 | 16 | |
| 20 | 6 | Тема 4.1 Простые и сложные высказывания. Булевы функции. Суждение, высказывание. Примеры. Формализация высказываний. Булева алгебра. | 2 | | | | | 2 | |
| 21 | 6 | Тема 4.2 Способы задания булевых функций. Таблица истинности. Элементарные и составные высказывания. Логические операции над высказываниями. Свойства булевых функций. Законы де Моргана. Закон двойного отрицания. Словарь перевода на язык алгебры логики. Проверка истинности сложного высказывания. Правила упрощения формул. Равносильные формулы, тавтологии. | 2 | | 2 | | 10 | 14 | |
| 22 | 6 | Экзамен | | | | | | 36 | КР, ЭК |
| 23 | | Всего: | 28 | 14 | 14 | | 88 | 180 | |

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия предусмотрены в объеме 14 ак. ч.

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины | Наименование занятий | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|-------|------------|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 6 | РАЗДЕЛ 1 Множества Тема: Конечные и бесконечные множества. Алгебра множеств | Алгебра множеств | 1 |
| 2 | 6 | РАЗДЕЛ 2 Теория графов Тема: Достижимость и связность: матрица достижимостей и контрдостижимостей; нахождение сильных компонент; базы и антибазы графов | Достижимость и связность | 2 |
| 3 | 6 | РАЗДЕЛ 2 Теория графов Тема: Задачи о покрывающих множествах | Задачи о покрывающих множествах | 2 |
| 4 | 6 | РАЗДЕЛ 2 Теория графов Тема: Эйлеровы и гамильтоновы циклы | Эйлеровы и гамильтоновы циклы | 1 |
| 5 | 6 | РАЗДЕЛ 3 Дискретное программирование Тема: Задача об одномерном ранце. | Задача об одномерном ранце. | 2 |
| 6 | 6 | РАЗДЕЛ 3 Дискретное программирование Тема: Задача о многомерном ранце. Общие свойства задач о ранце. Алгоритм Данцига для линейной одномерной задаче о ранце. | Алгоритмы приближенного решения задачи о многомерном ранце | 1 |
| 7 | 6 | РАЗДЕЛ 3 Дискретное программирование Тема: Метод ветвей и границ | Метод ветвей и границ | 2 |
| 8 | 6 | РАЗДЕЛ 3 Дискретное программирование Тема: Метод ветвей и границ | Применение метода ветвей и границ для задачи коммивояжера | 1 |

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины | Наименование занятий | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|--------|------------|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9 | 6 | РАЗДЕЛ 4 Элементы математической логики Тема: Способы задания булевых функций. Таблица истинности. Элементарные и составные высказывания. Логические операции над высказываниями. Свойства булевых функций. Законы де Моргана. Закон двойного отрицания. Словарь перевода на язык алгебры логики. Проверка истинности сложного высказывания. Правила упрощения формул. Равносильные формулы, тавтологии. | Алгебра логики. Исчисление высказываний и исчисление предикатов | 2 |
| ВСЕГО: | | | | 14/0 |

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 14 ак. ч.

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины | Наименование занятий | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|--------|------------|---|--------------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 6 | РАЗДЕЛ 3 Дискретное программирование Тема: Задача об одномерном ранце. | Решение задачи о рюкзаке | 8 |
| 2 | 6 | РАЗДЕЛ 3 Дискретное программирование Тема: Задача о многомерном ранце. Общие свойства задач о ранце. Алгоритм Данцига для линейной одномерной задаче о ранце. | Решение задачи о многомерном рюкзаке | 6 |
| ВСЕГО: | | | | 14/0 |

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

1. Сравнительный анализ алгоритмов отыскания кратчайших путей на графе.
2. Эpsilon-оптимальный алгоритм "ветвей и границ" для задачи о ранце.
3. Применение метода динамического программирования для решения задачи о ранце.
4. Алгоритм "ветвей и границ" нахождения множества всех R-близких решений в общей задаче о ранце.
5. Метод ветвей и границ для задачи о ранце.
6. Комбинированные эвристические алгоритмы для задачи о ранце.
7. Решение задачи о назначении (задача выбора).
8. Решение транспортной задачи.
9. Решение задачи о многомерном ранце.
10. Сравнительный анализ алгоритмов приближенного решения задачи о многомерном ранце.
11. Задача построения эйлера цикла в графе.
12. Задача распределения ресурсов на сетях.
13. Сравнительный анализ алгоритмов Краскала и Прима.
14. Реализация алгоритма нахождения кратчайшего расстояния между всеми парами вершин графа.
15. Задача коммивояжера.
16. Сравнительный анализ алгоритмов решения задачи об одномерном ранце.
17. Метод Лэнд и Дойг для задачи о ранце.
18. Применение метода ветвей и границ для задачи коммивояжера.
19. Применение метода ветвей и границ для симметричной задачи коммивояжера.
20. Задачи о распределении ресурсов между проектами.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины осуществляется в форме лекций, лабораторных и практических занятий.

Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью, и на 100% являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративные).

Практические занятия организованы с использованием технологий развивающего обучения. Часть практического курса выполняется в виде традиционных практических занятий (объяснительно-иллюстративное решение задач).

Лабораторные занятия проходят в компьютерных аудиториях и нацелены максимально на самостоятельную работу студентов.

Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы. К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям.

Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как индивидуальные и групповые решения задач, решение тестовых заданий с использованием компьютеров или на бумажных носителях.

Проведение занятий по дисциплине возможно с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, реализуемые с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

В процессе проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий применяются современные образовательные технологии, такие как (при необходимости):

- использование современных средств коммуникации;
- электронная форма обмена материалами;
- дистанционная форма групповых и индивидуальных консультаций;
- использование компьютерных технологий и программных продуктов, необходимых для сбора и систематизации информации, проведения требуемых программой расчетов и т.д.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины | Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы | Всего часов |
|-------|------------|---|---|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 6 | РАЗДЕЛ 1 Множества Тема 1: Конечные и бесконечные множества. Алгебра множеств | Алгебра множеств Решение задач и изучение литературы[9], стр. 25-78 | 12 |
| 2 | 6 | РАЗДЕЛ 2 Теория графов Тема 1: Достижимость и связность: матрица достижимостей и контрдостижимостей; нахождение сильных компонент; базы и антибазы графов | Достижимость и связность Решение задач и изучение литературы[7], стр. 20-150; [2], стр. 40-95 | 10 |
| 3 | 6 | РАЗДЕЛ 2 Теория графов Тема 5: Задачи о покрывающих множествах | Задачи о покрывающих множествах Решение задач и изучение литературы[7], стр. 60-102; [2], стр. 50-79; [1], стр. 140-200 | 12 |
| 4 | 6 | РАЗДЕЛ 2 Теория графов Тема 7: Кратчайшие пути. Алгоритм Дейкстры и Беллмана для положительных весов дуг | Кратчайшие пути Решение задач и изучение литературы[2], стр. 30-67; [7], стр. 50-120 | 12 |
| 5 | 6 | РАЗДЕЛ 3 Дискретное программирование Тема 4: Задача об одномерном ранце. | Решение задачи о рюкзаке Решение задач и изучение литературы[1], стр. 10-356; [4], стр. 356-400 | 10 |
| 6 | 6 | РАЗДЕЛ 3 Дискретное программирование Тема 5: Задача о многомерном ранце. Общие свойства задач о ранце. Алгоритм Данцига для линейной одномерной задаче о ранце. | Алгоритмы приближенного решения задачи о многомерном ранце Решение задач, подготовка к лабораторной работе и изучение литературы[1], стр. 230-260; [8], стр. 200-250 | 12 |
| 7 | 6 | РАЗДЕЛ 3 Дискретное программирование Тема 6: Метод ветвей и границ | Метод ветвей и границ Решение задач и изучение литературы[1], стр. 160-195; [4], стр. 245-312 | 10 |
| 8 | 6 | РАЗДЕЛ 4 Элементы математической логики Тема 2: Способы | Алгебра логики. Исчисление высказываний и исчисление предикатов Решение задач и изучение литературы[9], стр. 23-145 | 10 |

| | | | |
|--------|--|--|----|
| | <p>задания булевых функций. Таблица истинности. Элементарные и составные высказывания. Логические операции над высказываниями. Свойства булевых функций. Законы де Моргана. Закон двойного отрицания. Словарь перевода на язык алгебры логики. Проверка истинности сложного высказывания. Правила упрощения формул. Равносильные формулы, тавтологии.</p> | | |
| ВСЕГО: | | | 88 |

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Основная литература

| № п/п | Наименование | Автор (ы) | Год и место издания Место доступа | Используется при изучении разделов, номера страниц |
|-------|--|--|--|--|
| 1 | Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы | И.Х. Сигал, А.П. Иванова | Физматлит, 2007 НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.4); НТБ (фб.); НТБ (чз.1) | Раздел 2 [стр. 140-200], Раздел 3 [стр. 10-356], Раздел 3 [стр. 160-195], Раздел 3 [стр. 230-260] |
| 2 | Лекции по теории графов | В.А. Емеличев, О.И. Мельников, Р.И. Тышкевич | Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990 НТБ (уч.2); НТБ (уч.4); НТБ (фб.); НТБ (чз.4) | Раздел 2 [стр. 30-67], Раздел 2 [стр. 40-95], Раздел 2 [стр. 50-79] |
| 3 | Исследования операций в экономике | Кремер Н.Ш. (ред.) | М.: ЮНИТИ, 2013 http://edu-lib.net/ekonomika/kremer-n-sh-issledovanie-operatsiy-v-ekonomike-onlayn | стр. 10-245 |
| 4 | Исследования операций в экономике | Кремер Н.Ш. (ред.) | М.: ЮНИТИ, 2013 http://edu-lib.net/ekonomika/kremer-n-sh-issledovanie-operatsiy-v-ekonomike-onlayn | Раздел 3 [стр. 245-312], Раздел 3 [стр. 356-400] |

7.2. Дополнительная литература

| № п/п | Наименование | Автор (ы) | Год и место издания Место доступа | Используется при изучении разделов, номера страниц |
|-------|--|--|---|---|
| 5 | Методы оптимизации. Начальный курс | И.Х. Сигал, А.П. Иванова; МИИТ. Каф. "Прикладная математика-1" | МИИТ, 2005 НТБ (уч.4); НТБ (фб.); НТБ (чз.1) | Все разделы |
| 6 | Методы оптимизации. Начальный курс | И.Х. Сигал, А.П. Иванова; МИИТ. Каф. "Прикладная математика-1" | МИИТ, 2006 НТБ (фб.); НТБ (чз.1) | Все разделы |
| 7 | Графы и их применение | О. Оре | Мир, 1965 НТБ (фб.) | Раздел 2 [стр. 20-150], Раздел 2 [стр. 50-120], Раздел 2 [стр. 60-102] |
| 8 | Задачи и методы линейного программирования | Д.Б. Юдин, Е.Г. Голл\ыштейн | Советское радио, 1964 НТБ (фб.) | Раздел 3 [стр. 200-250] |
| 9 | Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов | Лавров, Игорь Андреевич | Изд. фирма "Физматлит", 1995 НТБ (фб.) | Раздел 1 [стр. 25-78], Раздел 4 [стр. 23-145] |

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Википедия-Свободная энциклопедия, адрес <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. Электронная библиотека МИИТа, адрес <http://library.miit.ru/fulltext.php>
3. НТБ МИИТ, адрес: <http://miit.ru/portal/page/portal/miit/library>
4. Поисковые системы:
<http://www.google.ru/>; <http://www.yandex.ru/>; <http://www.rambler.ru/>

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

На ЭВМ должны быть установлены: Pascal, Microsoft Visual Studio (C++), Microsoft Office (Excel).

При организации обучения по дисциплине с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходим доступ каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду Университета, сетевым ресурсам и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий может понадобиться наличие следующего программного обеспечения (или их аналогов): ОС Windows, Microsoft Office, Интернет-браузер, Microsoft Teams и т.д.

В образовательном процессе, при проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта, скайп, Zoom, WhatsApp и т.п.

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Лекционные аудитории и аудитории для практических и лабораторных занятий должны быть оборудованы видеопроекционной аппаратурой, устройствами для затемнения окон, компьютерами.

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходимо наличие компьютерной техники, для организации коллективных и индивидуальных форм общения педагогических работников со студентами, посредством используемых средств коммуникации.

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для качественного изучения данной дисциплины студентам следует непременно посещать лекции, а также лабораторные и практические занятия, на которых необходимо старательно работать и выполнять требования преподавателя и выданные им задания. При этом самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы, а также прямой учебной обязанностью, за выполнение которой они несут персональную ответственность по результатам контроля текущей успеваемости и промежуточной аттестации.

Цель самостоятельной работы – закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков (компетенций), поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием

автоматизированных обучающих курсов (систем) и мировых информационных ресурсов, а также выполнение учебных заданий, подготовка к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа должна организовываться и проводиться студентами персонально (индивидуально), систематически, планомерно и целеустремленно, что позволит успешно решить как учебные задачи по дисциплине в целом, так и обеспечить необходимое качество подготовки по всем видам учебных занятий.

Основными направлениями самостоятельной работы студентов в течение каждого учебного семестра являются:

- текущая работа над учебным материалом – перечитывание конспектов лекций, ознакомление с рекомендуемой литературой и источниками;
- подготовка к очередным лекционным, лабораторным и практическим занятиям;
- дополнение лекционных записей на основании работы со специальной и общенаучной литературой из предложенного списка;
- изучение материалов, предусмотренных для самостоятельного изучения;
- подготовка к выполнению и выполнение домашней контрольной работы;
- подготовка к экзамену.