

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Горбунов Алексей Александрович
Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе
Дата подписания: 23.07.2025 14:10:40
Уникальный программный ключ:
286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Специалитет по специальности

10.05.03 – Информационная безопасность автоматизированных систем

Специализация «Анализ безопасности информационных систем»

Санкт-Петербург

1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины:

- формирование теоретических и практических знаний в области исследование операций и методов оптимизации;
- выработка приёмов и практических навыков решения задач организационного управления методами исследования операций с использованием современных информационных технологий.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
ПК-1	Способен проводить анализ уязвимостей и эффективности средств и способов защиты информации в автоматизированных системах на основе методов моделирования

Задачи дисциплины:

- изучение основных положений теории исследования операций и методов оптимизации необходимых для решения задач управления;
- изучение состава и сущности математических методов решения задач исследования операций при количественном обосновании принимаемых решений;
- формирование практических навыков решения задач исследования операций.

2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1.1. Использует методологические основы, методы и средства моделирования в области информационной безопасности; методы построения и исследования математических моделей в области информационной безопасности; методы планирования и оптимизации компьютерных экспериментов в области информационной безопасности, методы решения оптимизационных задач различных классов с учетом особенностей компьютерной реализации алгоритмов и анализа алгоритмической сложности	Знает методические рекомендации по изучению дисциплины, основные термины и определения. Методологические основы исследования операций и методов оптимизации. Знает этапы исследования операций, методику IDEF0 разработки моделей исследования операций. Знает классификацию методов исследования операций и оптимизации. Умеет использовать методы решения задач линейной, нелинейной, целочисленной и многокритериальной оптимизации в области информационной безопасности. Умеет использовать сетевые методы исследования операций, методы сетевого планирования и управления для решения задач в области информационной безопасности,

ПК-1.2. Демонстрирует навыки построения и исследования формализованных моделей в области информационной безопасности; применения языков моделирования, программных и аппаратных средства исследования эффективности технологических процессов обработки информации; решения основных типов оптимизационных задач в области информационной безопасности	Знает методы построения и исследования моделей решения задач линейной, нелинейной, целочисленной и многокритериальной оптимизации в области информационной безопасности. Умеет разрабатывать и исследовать модели задач минимизации сети, поиска кратчайшего пути на графе и задачи определения максимального потока.
ПК-1.3. Разрабатывает и исследует формализованные модели в сфере информационной безопасности; разрабатывает и исследует технологические процессы обработки и анализа информации в автоматизированных системах; формирует оптимальные решения в области информационной безопасности	Владеет - методами разработки и исследования формализованных моделей исследования операций по формированию оптимальных решений в области информационной безопасности; - методами разработки и исследования формализованных моделей оптимизации с помощью надстройки Excel «Поиск решения» для решения оптимизационных задач; - методами разработки и исследования задач сетевого планирования и управления с помощью программного приложения MS Project,

3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Исследование операций» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы специалитета по специальности **10.05.03 – Информационная безопасность автоматизированных систем**, специализация **Анализ безопасности информационных систем**

4. Структура и содержание

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	з.е.	час.	по семестрам
			7
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144	144
Контактная работа		72	72

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	з.е.	час.	по семестрам
			7
Лекции		20	20
Практические занятия		50	50
Консультации перед экзаменом		2	2
Самостоятельная работа		36	36
Экзамен		36	36

4.2. Тематический план, структурированный по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий для очной формы обучения

		Всего часов	Количество часов по видам занятий			Консультация	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Контроль		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема №1. Методологические основы исследования операций.	8	4				4
2	Тема №2. Линейное программирование.	24	4	14			6
3	Тема №3. Целочисленная оптимизация	12	2	6			4
4	Тема 4. Многокритериальная оптимизация	12	2	6			4
5	Тема 5. Методы решения задач математического программирования с ограничениями в виде равенств	12	2	6			4
6	Тема 6. Методы решения задач математического программирования с ограничениями в виде неравенств	18	2	10			6
7	Тема 7. Сетевые методы исследования операций	10	2	4			4
8	Тема 8. Сетевое планирование и управление проектами	10	2	4			4
	Консультация	2				2	
	Экзамен	36			36		
	Итого за дисциплину	144	20	50	36	2	36

4.3 Содержание дисциплины для очной формы обучения

Тема 1. Методологические основы исследования операций.

Лекция 1.1. Вводная. Цели, задачи, объем, структура и содержание дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации». Методические рекомендации по изучению дисциплины. Основные термины и определения.

Самостоятельная работа.

Роль дисциплины в процессе подготовки специалиста

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Лекция 1.2. Методологические основы исследования операций.

Методологические основы исследования операций и методов оптимизации. Модели, задачи и этапы исследования операций. Методика *IDEFO* разработки моделей исследования операций. Классификация методов исследования операций.

Самостоятельная работа.

Типовые задачи исследования операций и оптимизации МЧС

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1, 2]

Дополнительная литература: [1]

Тема 2. Линейное программирование.

Лекция 2.1. Линейное программирование. Линейное программирование (основы теории). Постановка задачи линейного программирования. Графический метод решения задачи линейного программирования. Ограничения на решение задач линейного программирования графическим методом. Стандартная форма записи задач линейного программирования.

Самостоятельная работа.

Типовые задачи линейного программирования

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1, 2]

Дополнительная литература: [1]

Лекция 2.2. Теоретические основы алгебраических методов решения задач линейного программирования. Теоретические основы алгебраических методов решения задач линейного программирования. Приведение задачи линейного программирования к стандартной форме. Базис и базисное решение задачи линейного программирования. Структура области допустимых решений.

Самостоятельная работа Элементы матричной алгебры

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1, 2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 2.3. Симплексный метод решения задач линейного программирования. Симплексный метод решения задач линейного программирования. Методы определения начального допустимого решения задачи линейного программирования. Определение допустимости и оптимальности решения, полученного в ходе очередной итерации. Способы преобразования задачи линейного программирования в ходе итераций при решении ее симплексным методом.

Самостоятельная работа.

Освоить надстройку Excel «Поиск решения» решения задач линейного программирования.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 2.4. Решение задачи линейного программирования с помощью надстройки электронных таблиц Excel «Поиск решения». Решение задачи линейного программирования с помощью надстройки электронных таблиц Excel «Поиск решения». Запись задачи линейного программирования в Excel. Запись параметров решения задачи линейного программирования. Решение задачи и анализ результатов.

Самостоятельная работа.

Освоить правила установки надстройки электронных таблиц Excel «Поиск решения».

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 2.5. Методы искусственного базиса. Методы искусственного базиса. Двухэтапный метод искусственного базиса. Метод больших штрафов. Решение задач линейного программирования методом искусственного базиса и методом больших штрафов.

Самостоятельная работа.

Ознакомиться в каких случаях необходимо использовать методы искусственного базиса для получения начального допустимого решения задач линейного программирования.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 2.6. Особые случаи решения задач линейного программирования. Особые случаи решения задач линейного программирования: отсутствие области допустимых решений, неограниченность области допустимых решений, наличие альтернативных оптимальных решений.

Самостоятельная работа.

Ознакомиться с причинами возникновения особых случаев задач линейного программирования

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 2.7. Основные соотношения двойственности. Взаимоотношения между прямой и двойственной задачей. Преобразование прямой задачи в двойственную и обратно. Двойственный симплекс метод решения задач линейного программирования.

Самостоятельная работа.

Взаимоотношения между прямой и двойственной задачами линейного программирования.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1, 2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 2.8. Двойственный симплекс метод решения задачи линейного программирования. Задача линейного программирования, для решения которой целесообразно использовать двойственный симплекс метод. Алгоритм решения задачи линейного программирования двойственным симплекс методом. Решение практических задач двойственным симплекс методом.

Самостоятельная работа.

Взаимоотношения между прямой и двойственной задачами линейного программирования.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 2.9. Анализ чувствительности оптимального решения задачи линейного программирования. Задачи анализа чувствительности. Анализ изменения вектора правых частей системы ограничений. Анализ изменения коэффициентов при неизвестных в левой части системы ограничений. Анализ изменения коэффициентов целевой функции.

Самостоятельная работа.

Взаимоотношения между прямой и двойственной задачами линейного программирования.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Тема 3. Целочисленная оптимизация

Лекция 3.1. Задача целочисленного программирования. Постановка задачи целочисленного программирования. Классификация целочисленных задач и методов их решения. Примеры задач целочисленного программирования.

Самостоятельная работа.

Ознакомиться с методами отсечений решения целочисленных задач.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1, 2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 3.2. Решение полностью целочисленной задачи целочисленного программирования методом отсечения Гомори. Метод отсечений. Сведение частично целочисленных задач к полностью целочисленным задачам. Дробный алгоритм решения полностью целочисленных задач. Решение задачи целочисленного программирования с помощью дробного алгоритма.

Самостоятельная работа.

Ознакомиться с методом решения частично целочисленных задач.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 3.3. Решение задачи целочисленного программирования методом ветвей и границ. Решение задачи целочисленного программирования методом ветвей и границ. Общая схема метода ветвей и границ. Определение способа оценки верхней границы целевой функции. Ветвление. Определение оптимального решения. Решение задачи целочисленного программирования методом ветвей и границ.

Самостоятельная работа.

Ознакомиться с методом решения задач с двоичными переменными.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 3.4. Решение задачи целочисленного программирования с двоичными переменными с помощью аддитивного алгоритма. Особенности целочисленных задач, для решения которых целесообразно использовать аддитивный алгоритм. Суть аддитивного алгоритма.

Самостоятельная работа.

Ознакомиться с методами решения задач с двоичными переменными.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Тема 4. Многокритериальная оптимизация

Лекция 4. 1. Методы сведения многокритериальных задач к задачам с одной критериальной функцией. Постановка задачи многокритериальной оптимизации. Виды многокритериальных задач, сводимых к задачам однокритериальной оптимизации и методы сведения.

Самостоятельная работа.

Ознакомиться с примерами многокритериальных задач в области информационной безопасности.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 4.2. Решение многокритериальных задач методом Парето. Суть метода Парето. Множество эффективных решений по Парето. Множество неэффективных решений. Выбор единственного решения из множества эффективных решений.

Самостоятельная работа.

Ознакомиться с понятием принципа Парето.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 4.3. Решение многокритериальных задач методом целевого программирования. Понятие целевого программирования. Постановка задачи и математическая модель задачи целевого программирования. Метод решения задачи целевого программирования.

Самостоятельная работа.

Ознакомиться с понятием идеальной точки.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 4.4. Решение многокритериальных задач методом лексикографической оптимизации. Понятие лексикографической оптимизации. Постановка задачи и математическая модель лексикографической оптимизации. Методы решения задачи лексикографической оптимизации.

Самостоятельная работа.

Ознакомиться с методом уступок и его применением для решения многокритериальных задач.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [1]

Тема 5. Методы решения задач математического программирования с ограничениями в виде равенств

Лекция 5. 1. Методы решения задач с ограничениями в виде равенств. Метод приведенного градиента. Математические основы метода. Разложение целевой функции и системы ограничений в ряд Тэйлора. Определение стационарных точек задачи. Определение точек максимума (минимума).

Самостоятельная работа.

Ознакомиться с примерами задач в области информационной безопасности с ограничениями в виде равенств.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1, 2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 5.2. Решение задач с ограничениями в виде равенств методом приведенного градиента. Постановка задачи. Разработка математической модели. Решение задачи методом приведенного градиента.

Самостоятельная работа.

Достоинства и недостатки метода приведенного градиента.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1, 2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 5.3. Метод множителей Лагранжа. Особенности целевой функции и системы ограничений задачи, которая может быть решена методом множителей Лагранжа. Множителя Лагранжа. Определение необходимых условий максимума (минимума) задачи. Блочная матрица. Определение достаточных условий максимума (минимума) задачи.

Самостоятельная работа.

Достоинства и недостатки метода приведенного градиента.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1, 2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 5.4. Решение задач с ограничениями в виде равенств методом множителей Лагранжа. Поиск решения задачи нелинейного программирования с ограничениями в виде равенств методом множителей Лагранжа. Методика преобразования задачи с ограничениями в виде равенств в эквивалентную функцию Лагранжа. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа. Решение практической задачи методом множителей Лагранжа.

Самостоятельная работа.

Экономическая интерпретация множителей Лагранжа.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Тема 6. Методы решения задач математического программирования с ограничениями в виде неравенств

Лекция 6. 1. Основная теорема математического программирования. Основная теорема математического программирования. Достоинства и недостатки обобщенного метода множителей Лагранжа. Основная теорема математического программирования, как основной теоретический результат нелинейного программирования. Условия Куна-Таккера. Понятия регулярности и непрерывности области допустимых решений задачи нелинейного программирования. Формулировка и доказательство основной теоремы математического программирования.

Самостоятельная работа.

Ознакомиться с примерами задач в области информационной безопасности с ограничениями в виде неравенств.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1, 2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 6.2. Решение задач сепарабельного программирования симплексным методом дополненным правилом ограниченного ввода в базис. Преобразование задачи сепарабельного программирования в задачу линейного программирования дополненной правилом ограниченного ввода в базис. Решение практической задачи.

Самостоятельная работа.

Понятие сепарабельной функции и задачи сепарабельного программирования.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 6.3. Решение задач квадратичного программирования. Постановка задачи квадратичного программирования. Математическая модель задачи квадратичного программирования. Сведение решения задачи квадратичного программирования к решению системы линейных уравнений, с учетом дополнительных нелинейных ограничений. Определение решения системы линейных уравнений с учетом дополнительных нелинейных ограничений двухэтапным методом искусственных переменных. Решение практической задачи.

Самостоятельная работа.

Понятие и свойства квадратичной функции и задачи квадратичного программирования.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1, 2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 6.4. Решение задач стохастического программирования. Классификация задач стохастического программирования. Задачи стохастического программирования: с вероятностными коэффициентами целевой функции, с вероятностными коэффициентами левых и правых частей системы ограничений. Метод преобразования задачи с вероятностными коэффициентами в детерминированную задачу. Решение практической задачи.

Самостоятельная работа.

Основные характеристики многомерного нормального закона распределения: математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение, коэффициент ковариации (корреляции) и их применение в задачах стохастического программирования.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 6.5. Решение задач геометрического программирования. Геометрическое программирование. Понятие задачи геометрического программирования. Позингом. Задачи геометрического программирования без ограничений и с ограничениями. Метод решения задачи геометрического программирования с помощью геометрического неравенства. Решение практической задачи.

Самостоятельная работа. Уяснить особенности задач, при решении которых целесообразно использовать геометрическое программирование. Положительные качества и недостатки метода геометрического программирования по сравнению с условиями Куна-Таккера.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1, 2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 6.6. Решение задачи выпуклого программирования методом линейных комбинаций. Понятие выпуклых и вогнутых функций. Постановка задачи выпуклого программирования. Метод линейных комбинаций. Решение практической задачи выпуклого программирования методом линейных комбинаций.

Самостоятельная работа.

Ознакомиться с методом возможных направлений.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [1, 2]

Дополнительная литература: [1]

Тема 7. Сетевые методы исследования операций

Лекция 7. 1. Методы оптимизации сетей. Представление моделируемого процесса в виде сети. Классификация сетевых задач исследования операций. Задача минимизации сети. Задача о кратчайшем пути. Алгоритм упорядочивания вершин сетевого графа. Задача о максимальном потоке. Задача сетевого планирования и управления.

Самостоятельная работа.

Классификация сетевых задач исследования операций.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 7.2. Решение задач минимизации сетей и задач поиска кратчайшего пути на графе. Постановка задачи минимизации сети. Постановка задачи поиска кратчайшего пути. Решение практических задач минимизации сети и поиска кратчайшего пути.

Самостоятельная работа.

Классификация сетевых задач исследования операций.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 7.3. Решение задач о максимальном потоке. Постановка задачи о максимальном потоке. Решение практических задач о максимальном потоке.

Самостоятельная работа.

Варианты задач исследования операций, сводящихся к задаче о максимальном потоке.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Тема 8. Сетевое планирование и управление проектами.

Лекция 8.1. Постановка задачи сетевого планирования и управления. Постановка задачи сетевого планирования и управления. Этапы решения задачи сетевого планирования и управления: этап структурного планирования, этап календарного планирования (определение критического пути, резервов

времени для некритических работ и построение календарного плана) этап оперативного управления выполнением комплекса работ. Оптимизация календарного плана.

Самостоятельная работа.

Пакеты прикладных программ ориентированных на решение задач сетевого планирования и управления.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 8.2. Решение задач построения сетевого графика и календарного плана решения задачи сетевого планирования и управления. Решение задачи сетевого планирования и управления в MS Project. Создание сетевого графика решения задачи в MS Project. Определение критического пути и резервов времени некритических работ в MS Project. Графики Ганта. Оптимизация плана выполнения комплекса работ в MS Project.

Самостоятельная работа.

Понятие и принципы построения критического пути в задаче сетевого планирования и управления.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

Практическое занятие 8.3. Решение задач учета неопределенности и затрат в сетевом планировании и управлении. Определения понятия неопределенности. Постановка задачи учета неопределенности и затрат в сетевом планировании и управлении. Решение задачи учета неопределенности и затрат с помощью MS Project.

Самостоятельная работа.

Анализ возможностей учета неопределенности и затрат в сетевом планировании и управлении.

Рекомендуемая литература

Основная литература: [2]

Дополнительная литература: [1]

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы дисциплины используются лекционные и практические занятия.

Общими целями занятий являются:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике,

реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;

– выработка при решении поставленных задач профессионально значимых качеств: самостоятельности, ответственности, точности, творческой инициативы.

Целями лекции являются:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировав внимание на наиболее сложных вопросах;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

В ходе практического занятия обеспечивается процесс активного взаимодействия обучающихся с преподавателем; приобретаются практические навыки и умения. Цель практического занятия: углубление и закрепление знаний, полученных на лекции, формирование навыков использования знаний для решения практических задач; выполнение тестовых заданий по проверке полученных знаний и умений.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и практических занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим занятиям.

6. Оценочные материалы по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме опроса, решения задач под руководством преподавателя и самостоятельно, в форме тестирования.

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме экзамена.

6.1. Примерные оценочные материалы:

6.1.1. Текущего контроля

Типовые вопросы для опроса:

1. Предметная область исследования операций
2. Основные понятия и определения теории исследования операций
3. Типовые задачи исследования операций и их математические модели
4. Классификация методов исследования операций
5. Принципы и этапы исследования операций
6. Постановка задачи линейного программирования
7. Двойственная пара задач линейного программирования
8. Метод множителей Лагранжа
9. Обобщенный метод множителей Лагранжа

10. Основная теорема математического программирования
11. Сепарабельное программирование
12. Квадратичное программирование
13. Геометрическое программирование
14. Стохастическое программирование
15. Сетевые методы исследования операций
16. Минимизация сети.
17. Определение кратчайшего пути на графе.
18. Определение максимального потока на графе.
19. Сетевое планирование и управление
20. Сетевое планирование и управление с учетом неопределенности и затрат
21. Метод критического пути
22. Расчет полных и свободных резервов времени.

Типовые задачи:

1. Решить графически задачу линейного программирования
2. Решить симплекс методом задачу линейного программирования
3. Решить задачу линейного программирования с помощью надстройки «Поиск решения» Excel.
4. Проанализировать чувствительность решения задачи линейного программирования
5. Сформулировать и решить двойственную задачу линейного программирования.
6. Решить задачу математического программирования с ограничениями в виде равенств методом Лагранжа
7. Решить задачу квадратичного программирования
8. Решить задачу стохастического программирования
9. Решить задачу минимизации сети
10. Решить задачу поиска кратчайшего пути на графе методом динамического программирования
11. Найти максимальный поток на графе
12. Найти критический путь на календарном графе.
13. Составить сетевой граф
14. Составить календарный план

Типовые задания для тестирования:

1	Задача линейного программирования — это задача у которой	Целевая функция линейная Ограничения линейные Целевая функция и ограничения линейные, а переменные неотрицательные Переменные неотрицательные
2	Задачу линейного	она содержит 2 или 3 переменных и сколь угодно ограничений

	программирования можно решить графически, если	она содержит четыре и более переменных при четырех и более ограничениях она содержит сколь угодно переменных и ограничений все ее переменные неотрицательны
3	Оптимальное решение задачи линейного программирования находится	в любой точке многогранника допустимых решений на одной из граней многогранника допустимых решений в одной из вершин многогранника допустимых решений за пределами многогранника допустимых решений
4	Задача линейного программирования называется стандартной (канонической) если	все ограничения записывает в виде равенств все ограничения записывает в виде неравенств на все переменные накладывается условие неотрицательности все ограничения записывает в виде равенств, а на переменные накладывается условие неотрицательности
5	Преобразование ограничений от неравенств к равенствам осуществляется прибавлением к левой части ограничений	остаточной переменной для ограничений типа $\leq$ и вычитанием избыточной переменной для ограничений типа $\geq$ остаточной переменной для ограничений типа $\geq$ и вычитанием избыточной переменной для ограничений типа $\leq$ прибавлением к каждому ограничению типа $\leq$ остаточной переменной в квадрате и вычитанием избыточной переменной в квадрате для ограничений типа $\geq$ остаточной переменной в квадрате для ограничений типа $\geq$ и вычитанием избыточной переменной в квадрате для ограничений типа $\geq$
6	Решение, соответствующее нулевым значениям небазисных переменных, называется	базисным небазисным начальным оптимальным
7	Базисное решение, удовлетворяющее условию неотрицательности переменных, называется	недопустимым базисным решением. допустимым базисным решением. нулевым решением ненулевым решением
8	Область допустимых решений есть выпуклый многогранник,	в одной из вершин которого целевая функция достигает экстремума. в одной из вершин которого все ограничения превращаются в равенства в одной из вершин которого функция достигает минимума в двух и более вершинах которого целевая функция достигает максимума
9	Первый этап двухэтапного метода искусственных переменных применяется	для поиска оптимального решения задачи линейного программирования для поиска начального допустимого решения задачи линейного программирования для поиска неотрицательных значений переменных поиска экстремума в задаче минимизации
10	Двойственный симплекс метод	решает задачу начиная с оптимального допустимого решения решает задачу, начиная с оптимального недопустимого решения лучше, чем прямой симплекс метод хуже, чем прямой симплекс метод

11	В точке оптимума величина целевой функции при прямом и двойственном методах	не совпадают целевая функция прямой задачи больше, чем двойственной целевая функция прямой задачи меньше, чем двойственной совпадают
29	Метод множителей Лагранжа предназначен для поиска экстремума нелинейной целевой функции	в задачах без ограничений в задачах с ограничениями в виде равенств в задачах с ограничениями в виде неравенства в любых из вышеуказанных задач
30	Обобщенный метод множителей Лагранжа предназначен для поиска экстремума нелинейной целевой функции	в задачах без ограничений в задачах с ограничениями в виде равенств в задачах с ограничениями в виде неравенств в любых из вышеуказанных задач
31	Условия Куна-Таккера предназначены для поиска экстремума нелинейной целевой функции	в задачах без ограничений в задачах с ограничениями в виде равенств в задачах с ограничениями в виде неравенств в любых из вышеуказанных задач
32	Условия Куна-Таккера предназначены для поиска экстремума нелинейной целевой функции	в задачах без ограничений в задачах с ограничениями в виде равенств в задачах с ограничениями в виде неравенств в любых из вышеуказанных задач
33	Задачей нелинейного программирования называется задача у которой	целевая функция является нелинейной хоть одно ограничение является нелинейным целевая функция и ограничения являются нелинейными целевая функция и (или) хоть одно ограничение являются нелинейными
34	Разложение функции в ряд Тейлора используется при выводе	метода Ньютона метода множителей Лагранжа обобщенного метода множителей Лагранжа условий Куна Таккера
35	Надстройка Excel "Поиск решения" применяется для	анализа статистических данных для решения задач линейного и нелинейного программирования для решения задач линейного программирования для решения задач нелинейного программирования
36	Условия Куна Таккера применяются для задач у которых	целевая функция непрерывна и имеет непрерывные первую и вторую целевая функция непрерывна в области допустимых решений целевая функция и функции ограничений непрерывны и имеют непрерывные первую и вторую функции ограничений непрерывны и имеют непрерывные первую и вторую
37	Метод наискорейшего спуска (подъема) применяется для решения задач	в задачах без ограничений в задачах с ограничениями в виде равенств в задачах с ограничениями в виде неравенства в любых из вышеуказанных задач

38	Метод множителей Лагранжа позволяет найти	достаточные условия экстремума в задачах с ограничениями в виде равенств необходимые условия существования экстремума в задачах с ограничениями в виде равенств необходимые и достаточные условия существования экстремума в задачах с ограничениями в виде равенств необходимые условия существования экстремума в задачах с ограничениями в виде равенств
39	В обобщенном методе множителей Лагранжа задачу методом множителей Лагранжа приходится решать	один или несколько раз один раз множество раз ни разу
40	Основная теорема математического программирования есть иная формулировка	метода множителей Лагранжа обобщенного метода множителей Лагранжа условий Куна Таккера всего вышеотмеченного
41	Область, формируемая системой ограничений $G(X) \leq 0$, называется регулярной, если	она задается ограничениями $G(X)=0$ она содержит хотя одну точку, такую что в ней $G(X)=0$ найдется хотя бы одна точка X^0 , такая, что $g_i(X^0) < 0$ для всех i . верны все три вышеприведенных определения
42	Условия Куна Таккера в задаче максимизации являются достаточными если	целевая функция вогнута, а область допустимых решений выпуклая целевая функция и область допустимых решений выпуклые целевая функция и область допустимых решений вогнутые целевая функция выпуклая, а область допустимых решений вогнута
43	Условия Куна Таккера в задаче минимизации являются достаточными если	целевая функция вогнута, а область допустимых решений выпуклая целевая функция и область допустимых решений выпуклые целевая функция и область допустимых решений вогнутые целевая функция выпуклая, а область допустимых решений вогнута
44	Выпуклыми называются функции, удовлетворяющие условиям	$f(\lambda X^1 + (1 - \lambda)X^2) \leq \lambda f(X^1) + (1 - \lambda)f(X^2)$ $f(\lambda X^1 + (1 - \lambda)X^2) = \lambda f(X^1) + (1 - \lambda)f(X^2)$ $f(\lambda X^1 + (1 - \lambda)X^2) \geq \lambda f(X^1) + (1 - \lambda)f(X^2)$ $f(\lambda X^1 + (1 - \lambda)X^2) \neq \lambda f(X^1) + (1 - \lambda)f(X^2)$
45	Вогнутыми называются функции, удовлетворяющие условиям	$f(\lambda X^1 + (1 - \lambda)X^2) \leq \lambda f(X^1) + (1 - \lambda)f(X^2)$ $f(\lambda X^1 + (1 - \lambda)X^2) = \lambda f(X^1) + (1 - \lambda)f(X^2)$ $f(\lambda X^1 + (1 - \lambda)X^2) \geq \lambda f(X^1) + (1 - \lambda)f(X^2)$ $f(\lambda X^1 + (1 - \lambda)X^2) \neq \lambda f(X^1) + (1 - \lambda)f(X^2)$
46	Область допустимых решений G называется выпуклой, если	вместе с любыми двумя точками X_1, X_2 из G она содержит отрезок между ними вместе с любыми двумя точками X_1, X_2 из G она содержит отрезок между ними если для любых двух точек X_1, X_2 из G она содержит хотя одну точку на отрезке между ними вместе с любыми двумя точками X_1, X_2 из G она содержит отрезок между ними
47	Область допустимых решений G называется вогнутой, если	вместе с любыми двумя точками X_1, X_2 из G она содержит отрезок между ними если для любых двух точек X_1, X_2 из G она содержит хотя одну точку на отрезке между ними вместе с любыми двумя точками X_1, X_2 из G она содержит отрезок между ними верно все сказанное во втором и третьем пунктах
48	Задачей квадратичного программирования называется задача	квадратичной формы в области, формируемой квадратичной системой ограничений квадратичной формы в области, формируемой нелинейной системой ограничений квадратичной формы в области, формируемой линейной системой ограничений

	поиска максимума (минимума)	линейной целевой функции в области формируемой квадратичной сис
49	Целевая функция в задаче максимизации квадратичного программирования должна быть	положительно определена положительно полуопределена отрицательно определена отрицательно полуопределена
50	Целевая функция в задаче минимизации квадратичного программирования должна быть	положительно определена положительно полуопределена отрицательно определена отрицательно полуопределена
51	Метод решения задач квадратичного программирования выводится	из метода множителей Лагранжа из метода обобщенных множителей Лагранжа из условий Куна Такукера из метода Ньютона
52	Метод решения задачи квадратичного программирования позволяет получить	необходимые условия существования решения достаточные условия существования решения необходимые и достаточные условия существования решения неверно все сказанное выше
53	Решение задачи квадратичного программирования можно свести к задаче	М-метода искусственных переменных первого этапа двухэтапного метода искусственных переменных с уче линейного программирования, решаемой симплекс методом линейного программирования, решаемой двойственным симплекс мет
54	В задаче квадратичного программирования условия неотрицательности переменных	необязательны обязательны условия неположительности обязательны не имеют значения
55	В задаче квадратичного программирования ограничения должны иметь вид	$A \cdot X \leq B$ $A \cdot X \geq 0$ $A \cdot X = 0$ знак не имеет значения
56	Задачей стохастического программирования называются задачи у которых	коэффициенты c_j целевой функции являются случайными величинами коэффициенты a_{ij} левой части системы ограничений являются случай правые части b_i системы ограничений являются случайными величин хоть один коэффициент целевой функции или системы ограничений д
57	Случайные коэффициенты целевой функции должны иметь	нормальное распределение распределение Пуассона равномерное распределение показательное распределение
58	Случайные коэффициенты в левых частях системы ограничений должны иметь	нормальное распределение распределение Пуассона равномерное распределение показательное распределение
59	Случайные	нормальное распределение

	коэффициенты в правых частях системы ограничений должны иметь	распределение Пуассона равномерное распределение показательное распределение
60	Закон распределения случайных величин в задаче стохастического программирования задается	математическим ожиданием среднеквадратическим отклонением коэффициентом корреляции или ковариацией всеми тремя вышеуказанными параметрами.
61	Нормированная и центрированная случайная величина имеет	математическое ожидание равное 0 дисперсию равную 1 математическое ожидание равное 0 и дисперсию равную 1 математическое ожидание равное 1
62	Задача стохастического программирования с вероятностными коэффициентами сводится	к задаче линейного программирования к задаче сепарабельного, программирования к задаче квадратичного программирования в зависимости от ее вида к задаче сепарабельного или линейного прог
63	Найти максимум функции $Z=10x_1+12x_2$ при ограничениях: $14x_1+5x_2 \leq 350$; $14x_1+8x_2 \leq 392$; $6x_1+12x_2 \leq 408$; $x_1, x_2 \geq 0$	$x_1=12, x_2=28, Z=456$ $x_1=14, x_2=23, Z=402$ $x_1=12, x_2=28, Z=484$ $x_1=8,3; x_2=33,3; Z=300$
64	Найти максимум функции $Z=9x_1+12x_2$ при ограничениях: $10x_1+4x_2 \leq 400$; $9x_1+9x_2 \leq 333$; $6x_1+12x_2 \leq 360$; $x_1, x_2 \geq 0$	$x_1=12, x_2=28, Z=456$ $x_1=14, x_2=23, Z=402$ $x_1=12, x_2=28, Z=484$ $x_1=8,3; x_2=33,3; Z=300$
65	Найти максимум функции $Z=10x_1+13x_2$ при ограничениях: $14x_1+5x_2 \leq 350$; $14x_1+8x_2 \leq 392$; $6x_1+12x_2 \leq 408$; $x_1, x_2 \geq 0$	$x_1=12, x_2=28, Z=456$ $x_1=14, x_2=23, Z=402$ $x_1=12, x_2=28, Z=484$ $x_1=8,3; x_2=33,3; Z=300$
66	Найти максимум функции $Z=8x_1+7x_2$ при ограничениях: $8x_1+7x_2 \leq 300$; $10x_1+8x_2 \leq 350$; $12x_1+7x_2 \leq 370$; $x_1, x_2 \geq 0$	$x_1=12, x_2=28, Z=456$ $x_1=14, x_2=23, Z=402$ $x_1=12, x_2=28, Z=484$ $x_1=8,3; x_2=33,3; Z=300$
67	Найти максимум функции $Z=2x_1+3x_2$ при ограничениях $x_1+2x_2 \leq 10$; $2x_1+x_2 \leq 10$; x_1, x_2 целые	$x_1=2, x_2=4, Z=16$ $x_1=4, x_2=2, Z=16$ $x_1=2, x_2=5, Z=25$ $x_1=5, x_2=2, Z=25$

	неотрицательные	
68	Найти максимум функции $Z=3x_1+2x_2$ при ограничениях $x_1+2x_2 \leq 10; 2x_1+x_2 \leq 10$; x_1, x_2 целые неотрицательные	$x_1=2, x_2=4, Z=16$ $x_1=4, x_2=2, Z=16$ $x_1=2, x_2=5, Z=25$ $x_1=5, x_2=2, Z=25$
69	Найти максимум функции $Z=2x_1+5x_2$ при ограничениях $x_1+2x_2 \leq 10; 2x_1+x_2 \leq 10$; x_1, x_2 целые неотрицательные	$x_1=2, x_2=4, Z=16$ $x_1=4, x_2=2, Z=16$ $x_1=2, x_2=5, Z=25$ $x_1=5, x_2=2, Z=25$
70	Найти максимум функции $Z=5x_1+2x_2$ при ограничениях $x_1+2x_2 \leq 10; 2x_1+x_2 \leq 10$; x_1, x_2 целые неотрицательные	$x_1=2, x_2=4, Z=16$ $x_1=4, x_2=2, Z=16$ $x_1=2, x_2=5, Z=25$ $x_1=5, x_2=2, Z=25$
71	Найти минимум квадратичной формы $Z=4x_1+2x_1^2+x_1x_2+x_2^2$ при ограничении $x_1+2x_2 \geq 6$	$x_1=0, x_2=3, z=9$ $x_1=0, x_2=6, z=36$ $x_1=1.75, x_2=2.54, z=23.75$ $x_1=4, x_2=4, z=80$
72	Найти минимум квадратичной формы $Z=4x_1+2x_1^2+x_1x_2+x_2^2$ при ограничении $x_1+2x_2 \geq 12$	$x_1=0, x_2=3, z=9$ $x_1=0, x_2=6, z=36$ $x_1=1.75, x_2=2.54, z=23.75$ $x_1=4, x_2=4, z=80$
73	Найти минимум квадратичной формы $Z=4x_1+2x_1^2+x_1x_2+x_2^2$ при ограничении $2x_1+2x_2 \geq 6$	$x_1=0, x_2=3, z=9$ $x_1=0, x_2=6, z=36$ $x_1=1.75, x_2=2.54, z=23.75$ $x_1=4, x_2=4, z=80$
74	Найти минимум квадратичной формы $Z=4x_1+2x_1^2+x_1x_2+x_2^2$ при ограничении $2x_1+2x_2 \geq 12$	$x_1=0, x_2=3, z=9$ $x_1=0, x_2=6, z=36$ $x_1=1.75, x_2=2.54, z=23.75$ $x_1=4, x_2=4, z=80$
75	Для решения задачи динамического программирования используется	метод прямой прогонки метод обратной прогонки методы прямой и обратной прогонки метод множителей Лагранжа
76	Принцип оптимальности Беллмана может быть сформулирован так	подпуть оптимального пути сам является оптимальным путем подпуть оптимального пути не является оптимальным путем оптимальный путь есть самый длинный путь между начальной и конечной вершинами графа оптимальный путь есть самый короткий путь между начальной и конечной вершинами графа

77	Под стратегией в динамическом программировании понимается	процедура, которая определяет решение для каждого состояния задачи динамического программирования процедура, которая определяет выбор решения для начального состояния задачи динамического программирования процедура, которая определяет принадлежность очередного решения к оптимальному пути процедура выбора решения если предыдущее решение не принадлежало оптимальному пути
78	Для решения задачи динамического программирования необходимо	разделить задачу на этапы разделить задачу на этапы, а каждый этап - на состояния представить задачу в виде ненаправленного графа здать правила перехода между состояниями одного этапа
79	В графе, отображающем задачу динамического программирования	возможны переходы между состояниями внутри одного этапа возможны переходы между состояниями смежных этапов возможны переходы между состояниями несмежных этапов возможны переходы между несмежными состояниями одного этапа
80	Задача минимизации сети состоит в нахождении	множества ребер, соединяющих все узлы сети и имеющих минимальную суммарную длину. пути минимальной длины, соединяющего начальную и конечную вершины графа определения заданного количества ребер минимальной длины связное множество ребер минимальной длины
81	В задаче о кратчайшем пути заданными считаются	топология сети расстояния между узлами сети топология сети и расстояния между узлами сети разрешенные пути между вершинами графа
82	Задача определения пропускной способности сети получила название	задачи минимизации сети задачи поиска кратчайшего пути задачи о максимальном потоке задачи поиска наиболее длинного пути на графе
83	В качестве критерия эффективности в задачах сетевого планирования и управления чаще всего	применяют время выполнения комплекса работ. применяют общую стоимость комплекса работ применяют количество людей, занятых на работах применяют вероятность своевременного завершения комплекса работ
84	Сетевое планирование и управление состоит	из двух основных этапов: структурного планирования и календарного планирования из двух основных этапов: планирования и управления из трех основных этапов: структурного планирования, календарного планирования, оперативного управления из двух основных этапов: календарного планирования и оперативного управления
85	В сетевом планировании никакие две работы не должны	определяться разными начальными и конечными событиями иметь одинаковую длительность иметь одинаковую стоимость определяться одинаковыми начальными и конечными событиями
86	В сетевом	если это наиболее важная работа

	планировании и управлении работа называется критической	если задержка ее начала ведет к увеличению срока окончания всего к если стоимость ее выполнения максимальна если для ее выполнения требуется максимальное время
87	При корректуре плана на этапе оперативного управления его выполнением необходимо	приписать нулевые длительности уже выполненным работам откорректировать длительности частично завершенных работ исключить работы, ставшие ненужными и добавить новые работы, необходимость которых возникла выполнить все вышеуказанные пункты

6.1.2. Промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Предметная область исследования операций
2. Основные понятия и определения теории исследования операций
3. Типовые задачи исследования операций и их математические модели
4. Классификация методов исследования операций
5. Принципы и этапы исследования операций
6. Постановка задачи линейного программирования
7. Графический метод решения задачи линейного программирования
8. Алгебраические основы решения задачи линейного программирования
9. Симплекс метод решения задачи линейного программирования
10. Особые случаи задачи линейного программирования
11. Методы определения начального допустимого решения задачи линейного программирования
12. Двойственный симплекс метод решения задачи линейного программирования
13. Основные соотношения двойственности
14. Задача многокритериальной оптимизации.
15. Метод Парето.
16. Метод идеальной точки.
17. Метод целевого программирования.
18. Метод лексикографической оптимизации.
19. Метод уступок.
20. Метод множителей Лагранжа.
21. Метод приведенного градиента.
22. Основная теорема математического программирования.
23. Метод сепарабельного программирования.
24. Метод квадратичного программирования.
25. Метод стохастического программирования.
26. Метод геометрического программирования.
27. Метод линейных комбинаций.
28. Метод минимизации сети.
29. Метод определения кратчайшего пути.
30. Метод определения максимального потока.
31. Построение календарного плана.

32. Построение сетевого графика.
33. Определение полных и свободных резервов времени.
34. Учет неопределенности в сетевом планировании и управлении.
35. Учет затрат в сетевом планировании и управлении.

Практические вопросы

- П1. Решение задачи линейного программирования графическим методом
- П2. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом (улучшение плана)
- П3. Решение задачи линейного программирования двойственным симплекс методом.
- П4. Определение начального допустимого решения задачи линейного программирования методом искусственных переменных.
- П5. Решение задачи линейного программирования с помощью надстройки Excel «Поиск решения»
- П6. Решение целочисленной задачи методом ветвей и границ
- П7. Решение матричной игры методом минимакса

6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Система оценивания включает:

Форма контроля	Показатели оценивания	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
экзамен	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	отлично
		дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.	хорошо
		дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	удовлетворительно

		ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	неудовлетворительно
--	--	---	---------------------

7. Ресурсное обеспечение дисциплины.

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

1. Лицензия №217800111-ore-2.12-client-6196

Выдана «ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России» на право использования: Astra Linux Common Edition релиз Орел

Срок действия: бессрочно

2. Лицензия №217800111-alse-1.7-client-medium-x86_64-0-14545

Выдана «ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России» на право использования: Astra Linux Special Edition

Срок действия: бессрочно

3. Лицензия №217800111-alse-1.7-client-medium-x86_64-0-14544

Выдана «ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России» на право использования Astra Linux Special Edition

Срок действия: бессрочно

4. ПО «Р7-Офис. Профессиональный»

Выдана: «ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет МЧС России»

Срок действия: бессрочно

7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Сервер органов государственной власти Российской Федерации <http://россия.рф/> (свободный доступ);

2. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru/> (свободный доступ);

3. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru> (свободный доступ);

4. Система официального опубликования правовых актов в электронном виде <http://publication.pravo.gov.ru> (свободный доступ);

5. Федеральный портал «Совершенствование государственного управления» <https://ar.gov.ru> (свободный доступ);

6. Электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ);

7. Электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS» <http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).

8. Электронно-библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com> (авторизованный доступ).

7.3. Литература

Основная литература:

1. Системный анализ и принятие решений /2-е изд., перераб. и доп: учебник / Артамонов В.С., Антюхов В.И., Куватов В. И. и др. СПб.: Изд-во СПб УГПС МЧС РФ, 2017. 352с. <https://elib.igps.ru/?0&type=document&did=ALSFR-c2d0ab4a-7280-4850-a9b4-dc8733249069&query>.

2. Куватов В.И., Балобанов А.А., Колеров Д.А. Исследование операций: учебное пособие / под общей редакцией Б. В. Гавкалюка – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2024. – 236 с.

<https://elib.igps.ru/?31&type=document&did=ALSFR-a2fc600b-e77c-4330-ab1e-f896de3d94d9&query>

Дополнительная литература:

1. Исследование операций: задачи, принципы, методология [Текст]: Учебное пособие для студ. Вузов / Е. С. Вентцель. - 4-е изд., стер. – Москва : «Высшая школа», 2007. – 208 с. <https://elib.igps.ru/?5&type=document&did=ALSFR-de74dec3-486b-49b2-ad3d-2b16dee6c2c2&query>

7.4. Материально-техническое обеспечение

Для проведения и обеспечения лекционных занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Помещения для практических занятий и самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

Автор: Заслуженный работник высшей школы России, доктор технических наук, профессор Куватов Валерий Ильич.