ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**

**УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | У Т В Е Р Ж Д А Ю |
|  |  | Проректор по УМР |
|  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Борзова А.С. |
|  |  | « \_\_\_ »\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017г. |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| по дисциплине | **Б1.Б.9. Прикладная математика** | | | |
|  | | | | |
| Направление подготовки | | 23.03.01 – Технология транспортных процессов | | |
| Квалификация (степень) | | бакалавр | | |
| Профиль подготовки | | Организация перевозок и управление на воздушном транспорте | | |
| Факультет | | ФУВТ | | |
| Кафедра | | Высшей математики | | |
| Курс обучения | | 2 | | |
| Форма обучения | | заочная | | |
| Общий объем учебных часов на дисциплину | | | 216 - 6 з.е |
| Семестр | | | 3, 4 |
| Объем аудиторной нагрузки | | | 22 часа |
| Лекции | | | 10 часов |
| Практические занятия | | | 12 часов |
| Лабораторные работы | | | - |
| Контрольная работа | | | 4 сем |
| Дифференцированный зачет | | | – |
| Экзамен | | | 4 сем |
| Объем самостоятельной работы студента | | | 194 часов |

Москва 2017

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, обязательными при реализации образовательных программ бакалавриата по направлению подготовки 23.03.01 – Технология транспортных процессов, квалификация (степень) – бакалавр.

Рабочую программу составил:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Профессор кафедры ВМ,  д.т.н., доцент | |  | Самохин А.В. |
| (должность, степень, звание) | | подпись | (Фамилия, инициалы) |
| Рабочая программа утверждена на заседании кафедры: | | | |
| Протокол № 4 | « 08 » ноября 2017 г. | | |
| Зав. кафедрой ВМ,  к.ф.-м.н., доцент |  | | Дементьев Ю.И. |
| (должность, степень, звание) | подпись | | (Фамилия, инициалы) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рабочая программа одобрена методическим советом направления  23.03.01 – Технология транспортных процессов, | | | |
|  | | | |
| Протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | « \_\_\_ »\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 г. | | |
| Председатель методического совета  зав. каф. ОПВТ, к. э. н., доц. |  | | Вороницына Г. С. |
| (должность, степень, звание) | подпись | (Фамилия, инициалы) | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Рабочая программа согласована с Учебно-методическим управлением (УМУ) | | |
|  |  |  |
| Начальник УМУ, к.т.н., доц. |  | Еланцев И.А. |
| (должность, степень, звание) | подпись | (Фамилия, инициалы) |

**1. перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Целями освоения дисциплины **Прикладная математика** являются формирование личности студентов, развитие их интеллекта и способностей к логическому и алгоритмическому мышлению, освоение основных математических понятий и методов математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики, необходимых для анализа и моделирования устройств, процессов и явлений при поиске оптимальных решений практических задач, методов обработки и анализа результатов численных и натурных экспериментов.

Дисциплина является одной из важнейших теоретических дисциплин, определяющих уровень профессиональной подготовки, соответствующей высшему образованию.

Преподавание дисциплины состоит в том, чтобы на примерах математических понятий и методов продемонстрировать сущность научного подхода, специфику математики и ее роль как способ познания мира, общности её понятий и представлений в решении возникающих проблем. При этом решаются следующие задачи:

- раскрыть роль и значение математических методов исследования при решении инженерных задач;

- ознакомить с основными понятиями и методами классической и современной математики;

- научить студентов применять математические методы для построения математических моделей реальных процессов и явлений;

- раскрыть роль и значение вероятностно-статистических методов исследования при решении прикладных задач.

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения** **дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

***а) общепрофессиональные (ОПК):***

***-***способностью применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем (ОПК-3);

***б) профессиональные (ОК):***

- способностью определять параметры оптимизации логистических транспортных цепей и звеньев с учетом критериев оптимальности (ПК-9);

В результате изучения дисциплины Прикладная математика студент должен:

-по компетенции ОПК-3:

**знать:**

- основные математические методы для идентификации, формулирования и решения задач в области технологии, организации, планирования и управления эксплуатацией транспортных систем, ОПК-3.1.3;

**уметь:**

**-** применять методы и модели математики к решению задач в области технологии, организации, планирования и управления эксплуатацией транспортных систем, ОПК-3.2.3.

- по компетенции ПК-9:

**знать:**

- основные методы определения параметров оптимизации логистических схем с учетом критериев оптимальности, ПК-9 1.1;

**уметь:**

- применять методы определения параметров оптимизации логистических схем с учетом критериев оптимальности, ПК-9.2.1;

**2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина Прикладная математика относится к учебным дисциплинам базовой части основной образовательной программы (далее — ООП) направления подготовки 23.03.01 – Технология транспортных процессов**,** квалификация (степень) - бакалавр.

Для успешного освоения данной дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными школьной программной по дисциплине Математика

Приобретенные в результате изучения дисциплины знания, умения и навыки используются в инженерных дисциплинах, модулях и практиках ООП.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

* основные понятия и методы математики;
* методику математического исследования прикладных задач.

**Уметь:**

* при решении задач выбирать и использовать необходимые вычислительные методы в зависимости от поставленной задачи;
* применять методы теории вероятностей и математической статистики при обработке и анализе экспериментальных данных.

**Владеть:**

* Навыками составления оптимизационных моделей,
* математическими методами организации процессов эксплуатации авиационной техники;
* программными математическими пакетами Maple, Math CAD для численных вычислений при решении практических задач

**3.  объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет \_\_6\_\_ зачетные единицы, \_216 часов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Раздел  дисциплины | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | | Формы  текущего  контроля |
| Л | ПР | Лаб | СРС |  | |
|  | Раздел. 1. Линейное программирование | **3, 4** | **2** | **2** |  | **22** |  | |
|  | Тема 1.1. Постановка задачи. Существование решения | 3, 4 | 2 | 2 |  | 6 |  | |
|  | Тема 1.2. Симплекс-метод | 3, 4 |  |  | 8 |  | |
|  | Тема 1.3. Двойственные задачи. Транспортная задача | 3, 4 |  |  | 8 |  | |
|  | Раздел. 2.  методы нелинейного программировани | **3, 4** | **2** | **2** |  | **22** |  | |
|  | Тема 2.1. Оптимизация без ограничений. Градиентный спуск. | 3, 4 | 2 | 2 |  | 6 |  | |
|  | Тема 2.2. Оптимизация при наличии ограничений. Общие принципы оптимизации | 3, 4 |  |  | 8 |  | |
|  | Тема 2.3. Многокритериальная оптимизация. Расплывчатые цели. | 3, 4 |  |  | 8 |  | |
|  | **Раздел. 3. Оптимизационные задачи дискретного типа** | **3, 4** | **2** |  | **24** |  | |
|  | Тема 3.1. Целочисленное программирование | 3, 4 | 2 |  | 8 |  | |
|  | Тема 3.2. Оптимизация на графах. Задача коммивояжера. Задача о кратчайшем пути | 3, 4 |  |  | 8 |  | |
|  | Тема 3.3. Потоки в сетях | 3, 4 |  |  | 8 |  | |
|  | **Раздел. 4. системы массового обслуживания** | **3, 4** | **2** | **2** |  | **22** |  | |
|  | Тема 4.1. Простейшие потоки. Уравнения Эрланга. Системы с отказами | 3, 4 | 2 | 2 |  | 8 |  | |
|  | Тема 4.2. Системы с очередями. Стационарные режимы | 3, 4 |  |  | 8 |  | |
|  | Тема 4.3. Моделирование СМО с нестационарными потоками. | 3, 4 |  |  | 6 |  | |
|  | **Раздел. 5. имитационное моделирование** | **3, 4** | **2** |  | **22** |  | |
|  | Тема 5.1. Динамические системы и конкурентные модели | 3, 4 | 2 |  | 10 |  | |
|  | Тема 5.2. Модели экономических процессов | 3, 4 |  |  | 12 |  | |
|  | **Раздел. 6. статистические методы исследования зависимостей** | **3, 4** | **2** |  |  | **24** |  | |
|  | Тема 6.1. Парные и множественные корреляции. Нелинейные регрессии | 3, 4 | 2 |  |  | 8 |  | |
|  | Тема 6.2. Факторный анализ | 3, 4 |  |  |  | 8 |  | |
|  | Тема 6.3. Прогнозирование временных рядов | 3, 4 |  |  |  | 8 |  | |
|  | **Раздел. 7.**  **случайные процессы** | **3, 4** | **2** | **2** |  | **22** |  | |
|  | Тема .7.1. Типы случайных процессов. Автокорреляции. Спектральное разложение | 3, 4 | 2 | 2 |  | 22 | Защита КДЗ | |
|  | **Подготовка к экзамену** | **4** |  |  |  | **36** | Форма промежуточной аттестации -экзамен | |
|  | ИТОГО |  | 10 | 12 |  | 194 |  | |

|  |
| --- |
| **Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них**  **общекультурных и общепрофессиональных компетенций** |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Разделы дисциплины, темы (наименования)** | **Количество часов** | **Компетенции (знания, умения, навыки)** | | | | |
| ОПК-3.1.3 | ОПК-3.2.3 | ПК– 9.1.1 | ПК– 9.2.1 |
| **Раздел. 1. Линейное программирование** | ***26*** | ***+*** | ***+*** | ***+*** | ***+*** |
| Тема 1.1. Постановка задачи. Существование решения | *10* | *+* |  |  | *+* |
| Тема 1.2. Симплекс-метод | *8* |  | *+* |  | *+* |
| Тема 1.3. Двойственные задачи. Транспортная задача | *8* | *+* |  | *+* |  |
| **Раздел. 2.**  **методы нелинейного программированиЯ** | ***26*** | ***+*** | ***+*** | ***+*** | ***+*** |
| Тема 2.1. Оптимизация без ограничений. Градиентный спуск. | *10* | *+* | *+* |  | *+* |
| Тема 2.2. Оптимизация при наличии ограничений. Общие принципы оптимизации | *8* | *+* | *+* | *+* | *+* |
| Тема 2.3. Многокритериальная оптимизация. Расплывчатые цели. | *8* | *+* | *+* | *+* | *+* |
| **Раздел. 3. Оптимизационные задачи дискретного типа** | ***26*** | ***+*** | ***+*** | ***+*** | ***+*** |
| Тема 3.1. Целочисленное программирование | *10* | *+* |  | *+* | *+* |
| Тема 3.2. Оптимизация на графах. Задача коммивояжера. Задача о кратчайшем пути | *8* | *+* | *+* | *+* |  |
| Тема 3.3. Потоки в сетях | *8* |  |  |  | *+* |
| **Раздел. 4. системы массового обслуживания** | ***26*** | ***+*** | ***+*** | ***+*** | ***+*** |
| Тема 4.1. Простейшие потоки. Уравнения Эрланга. Системы с отказами | *12* | *+* |  | *+* | *+* |
| Тема 4.2. Системы с очередями. Стационарные режимы | *8* | *+* |  |  |  |
| Тема 4.3. Моделирование СМО с нестационарными потоками. | *6* | *+* | *+* | *+* |  |
| **Раздел. 5. имитационное моделирование** | ***24*** | ***+*** | ***+*** | ***+*** | ***+*** |
| Тема 5.1. Динамические системы и конкурентные модели | *12* | *+* |  |  | *+* |
| Тема 5.2. Модели экономических процессов | *12* | *+* | *+* | *+* | *+* |
| **Раздел. 6. статистические методы исследования зависимостей** | ***25*** | ***+*** | ***+*** | ***+*** | ***+*** |
| Тема 6.1. Парные и множественные корреляции. Нелинейные регрессии | *10* | *+* |  | *+* | *+* |
| Тема 6.2. Факторный анализ | *8* | *+* |  | *+* | *+* |
| Тема 6.3. Прогнозирование временных рядов | *8* | *+* | *+* | *+* | *+* |
| **Раздел. 7.**  **случайные процессы** | ***26*** | *+* |  | *+* |  |
| Тема 7.1. Типы случайных процессов. Автокорреляции. Спектральное разложение | *26* | *+* |  | *+* |  |
| **Подготовка к экзамену** | ***36*** |  |  |  |  |
| ИТОГО | *216* |  |  |  |  |

**4. Содержание дисциплины**

**Лекция 1 (2 часа).**

**Раздел. 1. ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ**

**тема 1.1 Постановка задачи. Существование решения.**

Геометрическая интерпретация решения. Классическая форма записи задачи линейного программирования (ЛП). Базис опорного плана. Базисные переменные.

Литература: [3,7].

**тема 1.2 Системы линейных уравнений.**

Идея симплекс-метода. Формулы и условия перехода. Признаки прекращения счета. Табличный симплекс-метод. Формирование опорного базисного решения. Симплекс-таблица. Пересчет элементов таблицы. Отыскание решения.

Литература: [3,7].

**тема 1.3. Двойственные задачи. Транспортная задача.**

Структура и свойства двойственной задачи. Транспортная задача ЛП. Опорные планы транспортной задачи. Методы нахождения опорных планов. Решение транспортной задачи. Метод потенциалов.

Литература: [3,7].

**Самостоятельная работа студента (22 часа).**

Проработка лекционного материала, подготовка к практическому занятию

Темы для самостоятельного изучения:

Геометрическая интерпретация решения в трёхмерном пространстве.

Литература: [3,7].

Вырожденные задачи

Литература: [3,7].

Несбалансированная транспортная задача

Литература: [3,7].

**Практическое занятие 1 (2 часа).**

Выполнение заданий по темам:

1.1. Геометрическое решение задачи линейного программирования.

Литература: [3,7].

1.2. Симплекс-метод

Литература: [3,7].

1.3. Двойственные задачи. Транспортная задача

Литература: [3,7].

**Лекция 2. (2 часа).**

**РАЗДЕЛ 2. НЕЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ.**

**тема 2.1. Оптимизация без ограничений. Градиентный спуск**

Постановка задачинелинейного программирования. Оптимизация без ограничений (классические методы поиска экстремума функции одной и нескольких переменных; градиентные методы поиска экстремума).

Литература: [3,7].

**тема 2.2. Оптимизация при наличии ограничений. Общие принципы оптимизации.**

Оптимизация при наличии ограничений (общая теория оптимизации при ограничениях типа равенств и типа неравенств).

Литература: [3,7].

**тема 2.3 Многокритериальная оптимизация.**

Весовые критерии. Расплывчатые множества и расплывчатые цели.

Литература: [3,8].

**РАЗДЕЛ 3. Оптимизационные задачи дискретного типа**

**тема 3.1 Целочисленное программирование.**

Целочисленное программирование. Типичные задачи. Алгоритмы решения. Принципы динамического программирования.

Литература: [3,5].

**тема 3.2 Оптимизация на графах. Задача коммивояжера.**

Введение в теорию графов. Типы графов и оптимизационные задачи на графах.

Задача коммивояжера. Задача о кратчайшем пути

Литература: [3,7].

**тема 3.3. Задача о кратчайшем пути Потоки в сетях.**

Задача о кратчайшем пути. Потоки в сетях**.**

Литература: [5].

**Самостоятельная работа студента (36 часов).**

Проработка лекционного материала, подготовка к практическому занятию. Выполнение КДЗ.

Темы для самостоятельного изучения:

Метод покоординатного спуска

Литература: [3,7].

Метод множителей Лагранжа

Литература: [6,7].

Основные формулы расплывчатой логики

Литература: [3,8].

Задача о назначениях

Литература: [3,5].

Задача Эйлера о семи мостах

Литература: [3,7].

Минимальный разрез сети

Литература: [3,7].

**Практическое занятие 2. (2 часа).**

Выполнение заданий по темам:

2.1.Градиентный спуск. Поиск экстремума

Литература: [3,7].

2.2. Условный экстремум

Литература: [3,7].

2.3. Двукритериальные задачи

Литература: [3].

**Практическое занятие 3. (2 часа).**

Выполнение заданий по темам:

3.1. Целочисленное программирование. Типичные задачи. Алгоритмы решения. Принципы динамического программирования.

Литература: [3,5].

3.2. Введение в теорию графов. Типы графов и оптимизационные задачи на графах.

Литература: [3,7].

3.3. Задача о кратчайшем пути. Потоки в сетях**.**

Литература: [5].

**Лекция 3. (2 часа)**

**РАЗДЕЛ 4. СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

**тема 4.1 Простейшие потоки. Уравнения Эрланга. Системы с отказами**

Марковские случайные процессы. Цепи Маркова. Уравнения Маркова для вероятностей состояний цепи. Однородные цепи Маркова. Матрица перехода. Граф состояний. Уравнение Маркова для однородных цепей. Эргодичность. СМО с отказами. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима.

Литература: [1,3].

**тема 4.2 Системы с очередями. Стационарные режимы.**

СМО с неограниченной очередью. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима. СМО с ограниченной очередью. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима.

Литература: [1,2].

**тема 4.3.** **Моделирование СМО с нестационарными потоками**

Моделирование СМО с нестационарными потоками заявок. Основные формулы и компьютерные модели

Литература: [1,2,3].

**РАЗДЕЛ 5. имитационное моделирование**

**тема 5.1 Динамические системы и конкурентные модели.**

Динамические системы и конкурентные модели. Особые точки, аттракторы и периодические режимы. Модель популяции по Мальтусу. Модель популяции по Ферхюльсту-Пирлу. Модель межвидового соперничества популяций. Модель хищник – жертва Лотка-Вольтерра.

Литература: [3,5].

**тема 5.2. Модели экономических процессов.**

Модели экономических процессов. Модель экономического роста. Квазипериодические решения

Литература: [3].

**Самостоятельная работа студента (44 часа).**

Проработка лекционного материала, подготовка к практическому занятию, выполнение КДЗ.

Темы для самостоятельного изучения:

Стационарные состояния в конечной цепи Маркова и собственные векторы матрицы переходов

Литература: [1,2,3].

4.1. Относительная пропускная способность.

Литература: [1,2].

4.2. Среднее время пребывания в очереди

Литература: [1,6].

4.3. Периодические режимы для СМО с отказами

Литература: [1,2].

5.1. Бифуркации, приводящие к разрушению циклов

Литература: [3].

5.2. Оптимизация экономических параметров модели

Литература: [3].

**Практическое занятие 4. (2 часа).**

Выполнение заданий по темам:

4.1. Установившиеся режимы для СМО с отказами

Литература: [1,2].

4.2. Системы массового обслуживания с очередями.

Литература: [1,2].

4.3 Системы массового обслуживания с очередями и нестационарными потоками

Литература: [1,6].

**Практическое занятие 5 (2 часа).**

Выполнение заданий по темам:

5.1. Динамические системы и конкурентные модели. Особые точки, аттракторы и периодические режимы. Модель популяции по Мальтусу. Модель популяции по Ферхюльсту-Пирлу. Модель межвидового соперничества популяций. Модель хищник – жертва Лотка-Вольтерра.

Литература: [3,5].

5.2. Модели экономических процессов. Модель экономического роста. Квазипериодические решения

Литература: [3].

**Лекция 4 (2 часа)**

**РАЗДЕЛ 6. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТЕЙ**

**тема 6.1.** **Парные и множественные корреляции. Нелинейные регрессии.**

Парные и множественные корреляции. Нелинейные регрессии. Временные ряды. Стационарные ряды. Белый шум

Литература: [1,2,3,11].

**тема 6.2. Факторный анализ**

Факторный анализ. Однофакторный дисперсионный анализ. Критерий Фишера

Литература: [1,3,4].

**тема 6.3 Прогнозирование временных рядов.**

Детерминированные временные ряды. Виды трендов Качество регрессионной модели. Сопоставление моделей через остаточную дисперсию. Критерий Фишера. Модели авторегрессии Критерии случайности. Критерий Кэндела. Метод поворотных точек. Прогнозирование с учетом тренда и авторегрессии.

Литература: [1,2,3,4].

**Самостоятельная работа студента (44 часа).**

Проработка лекционного материала, подготовка к практическому занятию Выполнение КДЗ.

Темы для самостоятельного изучения:

6.1. Метод наименьших квадратов.

Литература: [1,2,3].

6.2. Метод контрастов для интерпретации результатов

Литература: [4,2,3].

6.3. Оценка параметров периодических трендов.

Литература: [1,2,3,4].

**Практическое занятие 5 (2 часа).**

Выполнение заданий по темам:

6.1. Парные и множественные корреляции. Нелинейные регрессии

Литература: [1,2].

6.2. Однофакторный дисперсионный анализ

Литература: [1,3,4].

6.3. Прогнозирование временных рядов

Литература: [1,2,4].

**Лекция 5. (2 часа).**

**РАЗДЕЛ 7. СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ**

**тема 7.1. Типы случайных процессов. Автокорреляции. Спектральное разложение. Автокорреляции и автоковариация**

Типы случайных процессов. Автокорреляции. Спектральное разложение. Автокорреляции и автоковариация. Эргодические временные ряды. Определение автокорреляции по одной реализации.

Литература: [1,4].

**Самостоятельная работа студента. (22 часа).**

Проработка лекционного материала, подготовка к практическому занятию. Выполнение КДЗ и подготовка к её защите.

Темы для самостоятельного изучения:

7.1. Связь автокорреляции и дисперсии.

Литература: [1,2,4].

**Практическое занятие 6. (2 часа).**

Выполнение заданий по темам:

7.1. Случайные процессы. Автокорреляции. Спектральное разложение

Литература: [1,2].

**5. перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**Самостоятельная работа** студентов по дисциплине «Прикладная математика**»** способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы по проблемам изучаемой дисциплины и последующих дисциплин, ориентирует студента на умение применять полученные теоретические знания на практике, учит студента применять математические методы для построения математических моделей реальных процессов и явлений, в том числе при помощи компьютера.

Самостоятельная работа проводится в следующих видах:

- проработка лекционного материала;

- выполнение и подготовка к защите контрольных домашних работ;

- подготовка к практическим занятиям;

- подготовка к экзамену.

Для самостоятельной работы студенту рекомендуется следующая литература:

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. Учебник. —М.: “Академия”, 2005. 517.8/В29
2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Задачи и упражнения по теории вероятностей. — М.: Высшая школа, 2002.
3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Исследование операций: задачи, примеры, методология. Учебное пособие. — М.: “Дрофа”, 2006. 517.829
4. Письменный Д.Т. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам. —М.: “Айрис-Пресс”, 2010. 517 П35
5. Дементьев Ю.И., Самохин А.В. Прикладная математика. Пособие по выполнению практических работ для студентов очной формы обучения. —М.: МГТУ ГА, 2015, 517.8. Д30/№460.
6. Самохин А.В., Дементьев Ю.И., "Прикладная математика. Пособие по выполнению лабораторных работ", для студентов 1 курса направления 23.03.01 очной формы обучения, —М.: МГТУ ГА,2016 г.
7. Самохин А.В., Дементьев Ю.И., "Прикладная математика. Пособие по выполнению практических заданий", для студентов 1 курса направления 23.03.01 очной формы обучения, —М.: МГТУ ГА,2015 г.
8. Самохин А.В., Дементьев Ю.И., "Математическая логика. Пособие по выполнению лабораторных работ", для студентов 1 курса направления 09.03.01 очной формы обучения, —М.: МГТУ ГА, 2016 г.
9. Самохин А.В., Дементьев Ю.И., "Теория вероятностей и математическая статистика. Пособие по выполнению лабораторных работ", для студентов 2 курса направления 09.03.01 очной формы обучения, —М.: МГТУ ГА,2016 г.
10. А.В. Самохин, Ю.И. Дементьев, "Математическая логика и теория алгоритмов. Учебное пособие", для студентов 1 курса направления 09.03.01 очной формы обучения, —М.: МГТУ ГА, 2015 г
11. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. — М.: Высшая школа, 2008.

**6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

6.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль является формой системы контроля результатов усвоения обучаемыми дисциплины «Прикладная математика**»** на основании формы отчетности – защиты контрольного домашнего задания.

Целью текущего контроля успеваемости является качественное освоение дисциплины в течение учебного семестра, повышение уровня текущей успеваемости и активизация самостоятельной деятельности студентов.

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Форма  текущего  контроля | Типовые контрольные вопросы  (задачи) | Критерии  оценивания |
| Защита  контрольного  домашнего задания | **Задание 1.**  Решить задачи линейного программирования  Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Геометрическая интерпретация решения. Классическая форма записи задачи линейного программирования (ЛП). Базис опорного плана. Базисные переменные.  Симплекс-метод. Идея симплекс-метода. Формулы и условия перехода. Признаки прекращения счета. Табличный симплекс-метод. Формирование опорного базисного решения. Симплекс-таблица. Пересчет элементов таблицы. Отыскание решения.  Транспортная задача ЛП. Опорные планы транспортной задачи. Методы нахождения опорных планов. Решение транспортной задачи. Метод потенциалов. Потоки в транспортных сетях  **Задание 2.**  Решить задачи на системы массового обслуживания  Марковские случайные процессы. Цепи Маркова. Уравнения Маркова для вероятностей состояний цепи. Однородные цепи Маркова. Матрица перехода. Граф состояний.  СМО с отказами. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима  СМО с неограниченной очередью. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима  СМО с ограниченной очередью. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима  **Задание 3.**  Решить задачи обработки статистики временного ряда  Временные ряды. Стационарные ряды. Белый шум. Автокорреляции  Детерминированные временные ряды. Виды трендов. Разделение трендов и шума методами регрессионного анализа  Критерии случайности  Однофакторный дисперсионный анализ | Защита отчета по контрольному домашнему заданию принимается при выполнении следующих условий:  - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению контрольных домашних заданий;  - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в решении задач;  - даны исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы;  - показано овладение основной и дополнительной литературой;  - ответы отличаются четкостью и в логической последовательности. |

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в форме защиты отчета по выполненному контрольному домашнему заданию (КДЗ); в форме ответа (решение задачи на доске или ответ на вопрос преподавателя) на практическом занятии. Процедуры оценивания знаний, умений и навыков при текущем контроле успеваемости осуществляются последовательно по мере прохождения лекционного курса в соответствии с матрицей соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них профессиональных компетенций.

Защита отчета по контрольному домашнему заданию осуществляется после проверки этого задания преподавателем и в случае необходимости последующего исправления ошибок, допущенных студентом. Преподаватель оценивает знания обучаемого по ответам на контрольные вопросы и умению объяснить ход решения выборочных задач. Защита КДЗ проводится в конце занятий. Если студент не отчитался на занятии, то защита КДЗ осуществляется (как и повторная сдача текущего контроля) в дни и часы СРС по согласованию с ведущим преподавателем. Результаты текущего контроля учитываются преподавателем в личном журнале преподавателя.

**6.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация – оценка качества освоения студентом учебной дисциплины в целом, в том числе степени сформированности компетенций (знаний, умений и навыков) проводится в виде экзамена (4 семестр).

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине.

|  |  |
| --- | --- |
| Типовые контрольные вопросы | Критерии оценивания |
| 1. Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Геометрическая интерпретация решения. Классическая форма записи задачи линейного программирования (ЛП). Базис опорного плана. Базисные переменные. 2. Симплекс-метод. Идея симплекс-метода. Формулы и условия перехода. Признаки прекращения счета. Табличный симплекс-метод. Формирование опорного базисного решения. Симплекс-таблица. Пересчет элементов таблицы. Отыскание решения. 3. Транспортная задача ЛП. 4. Опорные планы транспортной задачи. Методы нахождения опорных планов. Решение транспортной задачи. Метод потенциалов. 5. Постановка задачи нелинейного программирования. Оптимизация без ограничений (градиентные методы поиска экстремума). 6. Постановка задачи нелинейного программирования. Оптимизация без ограничений (классические методы поиска экстремума функции одной и нескольких переменных). 7. Оптимизация при наличии ограничений (общая теория оптимизации при ограничениях типа равенств). 8. Оптимизация при наличии ограничений (общая теория оптимизации при ограничениях типа неравенств). 9. Марковские случайные процессы. Цепи Маркова. Уравнения Маркова для вероятностей состояний цепи. Однородные цепи Маркова. Матрица перехода. Граф состояний. Уравнение Маркова для однородных цепей. Эргодичность. 10. Структура СМО. Простейший поток и его свойства. Характеристики СМО. 11. Схемы рождения и уничтожения и их графы 12. СМО с отказами. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима 13. СМО с неограниченной очередью. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима 14. СМО с ограниченной очередью. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима 15. Потоки в сетях. Разрезы и пропускная способность 16. Задача о коммивояжере: постановка и метод решения 17. Задача о назначениях: постановка и метод решения 18. Графы: основные определения. Задача о семи мостах. 19. Задач о кратчайшем соединении и алгоритм Краскала 20. Матрицы инцидентности и смежности 21. Временные ряды. Стационарные ряды. Белый шум. Автокорреляции 22. Детерминированные временные ряды. Виды трендов. 23. Разделение трендов и шума методами регрессионного анализа 24. Однофакторный дисперсионный анализ | Формирование знаний, умений и навыков, обучающихся на экзамене, определяется оценками:  **«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».**  При выведении оценки экзаменатор руководствуется следующим общими критериями Оценка «**отлично»** выставляется при следующих условиях:  • даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете;  • решены все предложенные практические задачи;  • показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой;  • ответы отличаются четкостью, мысли излагаются в необходимой логической последовательности.  Оценка «**хорошо»** выставляется при следующих условиях:  • даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете;  • решены почти все предложенные практические задачи;  • даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы;  • показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой;  • ответы в основном были четкими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность.  Оценка «**удовлетворительно»** выставляется при следующих условиях:  • даны в основном правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета, но без должной глубины и обоснования;  • решены более половины предложенных практических задач;  • не даны положительные ответы на некоторые дополнительные вопросы,  • показаны недостаточные знания основной литературы:  • ответы были многословными, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности.  Оценка «**неудовлетворительно»** выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно».  При выставлении экзаменационной оценки учитывается уровень методической подготовленности студента, а также аккуратность и логическая последовательность письменного изложения ответов на вопросы экзаменационного билета. |

**Методические материала, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих формирование компетенций**

На основании вопросов для подготовки к экзамену формируются билеты в количестве на 25-30% более списочного состава группы студентов. В каждом билете даются два теоретических вопроса и задачи из разных разделов дисциплины

Порядок подготовки и проведения экзамена.

Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с утвержденной рабочей программой по дисциплине, содержащей перечень вопросов, выносимых на экзамен.

Экзамен для студентов проводится по смешанной системе (письменно-устно). Накануне экзамена проводится консультация, где обучаемый может задать проблемные вопросы. На подготовку к ответу обучаемому выделяется время до 40-60 минут. Студент должен дать полный письменный ответ на билет. Затем преподаватель беседует со студентом. Возможны дополнительные вопросы.

Неявка студента без уважительной причины на экзамен в день его проведения по расписанию приравнивается к академической задолженности.

**7. перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**Основная литература.**

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. Учебник. —М.: “Академия”, 2005. 517.8/В29
2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Задачи и упражнения по теории вероятностей. — М.: Высшая школа, 2002.
3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Исследование операций: задачи, примеры, методология. Учебное пособие. — М.: “Дрофа”, 2006. 517.829
4. Письменный Д.Т. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам. —М.: “Айрис-Пресс”, 2010. 517 П35
5. Дементьев Ю.И., Самохин А.В. Прикладная математика. Пособие по выполнению практических работ для студентов очной формы обучения. —М.: МГТУ ГА, 2015, 517.8. Д30/№460.
6. Самохин А.В., Дементьев Ю.И., "Прикладная математика. Пособие по выполнению лабораторных работ", для студентов 1 курса направления 23.03.01 очной формы обучения, —М.: МГТУ ГА,2016 г.
7. Самохин А.В., Дементьев Ю.И., "Прикладная математика. Пособие по выполнению практических заданий", для студентов 1 курса направления 23.03.01 очной формы обучения, —М.: МГТУ ГА,2015 г.
8. Самохин А.В., Дементьев Ю.И., "Математическая логика. Пособие по выполнению лабораторных работ", для студентов 1 курса направления 09.03.01 очной формы обучения, —М.: МГТУ ГА, 2016 г.

**Дополнительная литература**

1. Самохин А.В., Дементьев Ю.И., "Теория вероятностей и математическая статистика. Пособие по выполнению лабораторных работ", для студентов 2 курса направления 09.03.01 очной формы обучения, —М.: МГТУ ГА,2016 г.
2. А.В. Самохин, Ю.И. Дементьев, "Математическая логика и теория алгоритмов. Учебное пособие", для студентов 1 курса направления 09.03.01 очной формы обучения, —М.: МГТУ ГА, 2015 г
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. — М.: Высшая школа, 2008.

**8. перечень ресурсов информационно-телекоммуника-ционной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины**

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- электронная библиотека «Авиа-Медиа» на сервере МГТУ ГА [\\uni044](file:///\\uni044). Серия эталон. Руководства по технической эксплуатации по типам ВС;

– [www.mstuca.ru](http://www.mstuca.ru) - электронные ресурсы Университета - электронные версии пособий, методических разработок по всем видам учебной работы;

- <http://www.favt.ru/-> Федеральное агентство воздушного транспорта;

- vm.mstuca.ru - Электронные учебные пособия на сайте кафедры сайте кафедры высшей математики

**9. методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

В процессе преподавания дисциплины Прикладная математика используются классические формы и методы обучения (лекции, практические занятия)

Подготовка к лекциям.

Лекции проводятся в соответствии с расписанием. Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно оставлять поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к практическим занятиям

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Подготовка осуществляется в соответствии с планом СРС.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

При выполнении контрольных работ необходимо строго придерживаться указанных ниже правил. Работы, выполненные без соблюдения этих правил, не зачитываются и возвращаются студенту для переработки.

1. Каждая контрольная работа должна быть выполнена в отдельной тетради в клетку чернилами любого цвета, кроме красного. Необходимо оставлять поля для замечаний рецензента.

2. В заголовке работы на обложке тетради печатными буквами должны быть написаны фамилия, имя и отчество студента, учебный номер (шифр), название дисциплины, семестр или курс обучения, номер контрольной работы и номер варианта.

3. В работе необходимо решить все задания, указанные в контрольной работе. Тетради, содержащие не все задания контрольной работы, а также задания не своего варианта, не зачитываются.

4. Номера заданий, которые студент должен выполнить в контрольной работе, определяются по таблице вариантов (см. [6]). Номер варианта совпадает с последней цифрой учебного номера (шифра) студента, при этом цифра 0 соответствует варианту 10.

5. Прорецензированные контрольные работы вместе со всеми исправлениями и дополнениями, сделанными по требованию рецензента, следует сохранять. Без предъявления прорецензированных контрольных работ студент не допускается к собеседованию по контрольной работе, к сдаче зачёта или экзамена.

6. Решения заданий надо располагать в порядке возрастания их номеров.

7. Перед решением каждого задания необходимо написать её номер и полностью переписать условие. В случае, если несколько заданий, из которых студент выбирает задания своего варианта, имеют общую формулировку, следует, переписывая условие задания, заменить общие данные конкретными, взятыми из своего варианта.

8. Решения заданий следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения и делая необходимые чертежи.

9. После получения прорецензированной работы, как незачётной, так и зачтённой, студент должен исправить все отмеченные рецензентом ошибки и недочёты и выполнить все рекомендации рецензента. Если рецензент предлагает внести в решения заданий те или иные исправления или дополнения и прислать их для повторной проверки, то это следует сделать в короткий срок. При высылаемых исправлениях должна обязательно находиться прорецензированная работа и рецензия на неё. Поэтому при выполнении контрольной работы рекомендуется оставлять в конце тетради несколько чистых листов для всех дополнений и исправлений в соответствии с указаниями рецензента. Вносить исправления в сам текст работы после её рецензирования запрещается.

Рекомендации по работе с литературой.

Работу с литературой целесообразно начать с изучения учебных пособий, а также учебников. Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание на предметные и именные указатели.

В результате изучения дисциплины Прикладная математикаобучаемый должен приобрести элементарные навыки и умения, которые будут способствовать становлению и развитию профессиональной компетентности, необходимые современному специалисту, обучающемуся по направлению подготовки 23.03.01 – Технология транспортных процессов*.* Кроме того, обучаемому крайне важно помнить, что качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого студента в учебном процессе.

**10. перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

При чтении лекций по всем темам дисциплины активно используется компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программного приложения Maple. На практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими с помощью программного приложения Mapleв часы самостоятельной работы.

При этом перечень информационных технологий включает:

- моделирование прикладных задач на компьютере с использованием пакета математических программ Maple;

- сбор, хранение, систематизация и выдача учебной и научной информации;

- обработка текстовой, графической и статистической информации;

- подготовка, конструирование и презентация итогов исследовательской и аналитической деятельности;

- самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных;

- использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем.

**11. описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения лекций используется аудитория, оснащенная мультимедийной аппаратурой на компьютерах должна быть установлена программа MAPLE.

В процессе обучения используется библиотечный фонд, качественный и количественный состав которого соответствует нормативным требованиям и включает учебники, учебные и учебно-методические пособия, справочные издания, периодические издания в электронной и бумажной формах.