

Северский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Электрооборудования и автоматизации технологических процессов»

ОДОБРЕНО
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 5 от 28.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Электроснабжение

Форма обучения: очная

| Семестр | Трудоемкость, ЗЕ | Общий объем курса, час. | Лекции, час. | Практические занятия, час. | Лабораторные работы, час. | В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час. | СРС, час. | Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП) |
|---------|------------------|-------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------|---|-----------|--|
| 7 | 3 | 108 | 16 | 0 | 32 | 18 | 60 | Зач., КР |
| Итого | 3 | 108 | 16 | 0 | 32 | 18 | 60 | |

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование в электроэнергетических системах» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программы «Электроснабжение».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

1) **знать:**

3.1 методы формирования и преобразования моделей установившегося режима электрических систем в матричной форме;

3.2 математические методы решения уравнений установившегося режима при различных формах их записи, наиболее эффективные при автоматизированном диспетчерском управлении энергосистемами на базе ЭВМ;

3.3 вероятностно-статистические модели и методы анализа структурной надежности электрических систем и расчеты режимов при вероятностном задании исходной информации;

3.4 передовой отечественный и зарубежный опыт в области моделирования электрических сетей.

2) **уметь:**

У.1 формировать узловые и контурные уравнения установившихся режимов;

У.2 рассчитывать на ЭВМ режимы электрических систем с помощью программных математических пакетов (MathCad и т.п.);

У.3 определять вероятность сохранения надежности системы при коммутациях ее элементов и числовые характеристики случайных величин параметров режима электрических сетей.

3) **владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

В.1 способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

В.2 готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способность привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

В.3 готовность использовать информационные технологии в своей предметной области

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математическое моделирование в электроэнергетических системах» являются:

Связать математику как общетеоретическую дисциплину с практическими ее применениями в автоматизированном диспетчерском управлении электроэнергетическими системами

Основными задачами дисциплины являются:

дать конкретный математический аппарат для инженерных исследований в области электроэнергетики

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование в электроэнергетических системах» (Б1.В.ОД.1.10) - Профессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД) | Объект или область знания | Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта) | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|--|--|--|--|
| тип задач профессиональной деятельности: проектный | | | |
| Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования. Анализировать техническое задание на предпроектное обследование объекта капитального строительства, для системы электроснабжения. Определять характеристики объекта капитального строительства. Подготовить материал для отчета по результатам обследования. | Объекты капитального строительства. Электрические станции и подстанции. Электроэнергетические системы и сети. Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов. Установки высокого напряжения различного назначения, электроизоляционные материалы, системы защиты от молнии и перенапряжений, средства обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, высоковольтные электротехнологии. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем. Энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии. | ПК-2 Способен проводить обоснование проектных решений | З-ПК-2 Знать: нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы объектов профессиональной деятельности, допустимые перегрузки по току и температурам; технические характеристики, конструктивные особенности основного оборудования У-ПК-2 Уметь: оперативно принимать и реализовывать решения (в рамках должностных обязанностей); производить анализ проектной документации и выдавать замечания и предложения В-ПК-2 Владеть: навыками обоснования принятых решений на основании требований нормативной документации |

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Математическое моделирование в электроэнергетических системах» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

5 Структура и содержание учебной дисциплины

5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программе «Электроснабжение».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 3, 108 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 7.

Дисциплина (модуль) содержит разделы:

- раздел 1 – «Основные положения курса. Элементы матричной алгебры»
- раздел 2 – «Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений»
- раздел 3 – «Математические модели установившихся режимов энергосистем и методы их решения»
- раздел 4 – «Оптимизационные методы решения энергетических задач»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

| № | Наименование раздела | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час | | | | Аттестационные мероприятия | | Макс. балл за раздел |
|------------------------------|---|---|----------------|---------------|----------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| | | Лекции | Практ. занятия | Лабор. работы | Самост. работа | Текущий контроль (нед/форма) | Аттестация раздела (нед/форма) | |
| 7 семестр (18 недель) | | | | | | | | |
| 1 | Основные положения курса. Элементы матричной алгебры | 4 | | 2 | 10 | 1/ЛР1 | 10/Т1 | 10 |
| 2 | Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений | 4 | | 12 | 10 | 3/ЛР2, 5/ЛР3, 7/ЛР4 | 8/Т2 | 20 |

| | | | | | | | | |
|----------------------------|---|----|--|----|----|-------------------------------|-------|-----|
| 3 | Математические модели установившихся режимов энергосистем и методы их решения | 6 | | 16 | 10 | 9/ЛР5, 11/ЛР6, 13/ЛР7, 15/ЛР8 | 15/Т3 | 25 |
| 4 | Оптимизационные методы решения энергетических задач | 2 | | 2 | 10 | 17/ЛР9 | | 5 |
| | Курсовая работа | | | | 20 | | | |
| | Зачет | | | | | | | 40 |
| Итого за 7 семестр: | | 16 | | 32 | 60 | | | 100 |

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Номера разделов | Аттестационные мероприятия |
|--|-----------------|--|
| – Знать: нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы объектов профессиональной деятельности, допустимые перегрузки по току и температурам; технические характеристики, конструктивные особенности основного оборудования (З-ПК-2) | 1, 2, 3, 4 | ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Т2, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Т3, ЛР9, Зачет (7 сем.), Курсовая работа |
| – Уметь: оперативно принимать и реализовывать решения (в рамках должностных обязанностей); производить анализ проектной документации и выдавать замечания и предложения (У-ПК-2) | 1, 3, 4 | ЛР1, Т1, Т3, ЛР9, Курсовая работа |
| – Владеть: навыками обоснования принятых решений на основании требований нормативной документации (В-ПК-2) | 1, 2, 3, 4 | ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Т2, ЛР5, ЛР6, Т3, ЛР9, Курсовая работа |

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

| Содержание разделов / тематика разделов | Трудоемкость разделов/тем, ауд. час |
|---|-------------------------------------|
| Раздел 1 Основные положения курса. Элементы матричной алгебры | |
| 1.1 Роль математического моделирования в научно-технических исследованиях. Виды матриц. Операции с матрицами и их свойства; определитель матрицы, способы его вычисления и основные свойства определителя. Современный подход к решению задач электроэнергетики с учетом ориентации на современные средства вычислительной техники и профессионального программного обеспечения. | 2 |

| Содержание разделов / тематика разделов | Трудоемкость разделов/тем, ауд. час |
|---|-------------------------------------|
| 1.2 Алгебраические дополнения и миноры; обратная матрица и способы ее вычисления. Системы линейных алгебраических уравнений. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Алгебраические дополнения и миноры; обратная матрица и способы ее вычисления. Системы линейных алгебраических уравнений. Примеры использования матричной алгебры для решения электроэнергетических задач. Сравнение методов анализа устойчивости линейных и линеаризованных систем. | 2 |
| <i>Итого по разделу 1:</i> | 4 |
| Раздел 2 Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений | |
| 2.1 Идеализированные элементы электрических схем замещения. Ограничение числа степеней свободы, линеаризуемте и существенно-нелинейные системы. Нелинейные уравнения узловых напряжений в форме баланса токов и баланса мощностей. | 2 |
| 2.2 Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений. Метод Ньютона – метод касательных, исследование сходимости метода Ньютона. Исследование модифицированного метода Ньютона для решения уравнений установившегося режима. Метод итераций – метод последовательных приближений. Общая характеристика методов решения систем линейных уравнений; метод обратной матрицы Методы Гаусса; метод простой итерации и Зейделя; нормы матриц, достаточные условия сходимости метода Зейделя. Метод последовательных приближений | 2 |
| <i>Итого по разделу 2:</i> | 4 |
| Раздел 3 Математические модели установившихся режимов энергосистем и методы их решения | |
| 3.1 Общие сведения о схемах замещения. Формы записи параметров электрических систем. Общие сведения о формах математического описания установившихся режимов энергосистем | 2 |
| 3.2 Уравнения узловых напряжений в форме баланса токов . Линейная и нелинейная формы баланса токов с комплексными переменными | 2 |
| 3.3 Преобразования координат. Связь координатных систем, покоящейся– жестко связанной со ста-тором и вращающейся – жестко связанной с ротором. Связь трехфазной системы координат с ортогональной двух фазной системой координат. Преобразования Парка-Горева. Метод Фортеस्कю. Прямая, обратная и нулевая последовательности для симметричной и несимметричной цепи. Схемы замещения прямой обратной и нулевой последовательностей. | 2 |
| <i>Итого по разделу 3:</i> | 6 |
| Раздел 4 Оптимизационные методы решения энергетических задач | |
| 4.1 Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной и нескольких переменных. Метод неопределенных множителей Лагранжа; геометрическая интерпретация метода. Постановка задачи оптимизации режимов энергосистем, метод решения. Постановка и решение задач по локальной оптимизации режима реактивной мощности. Приложение метода Лагранжа для проектных задач электроэнергетики | 2 |
| <i>Итого по разделу 4:</i> | 2 |

| | |
|--|-------------------------------------|
| Содержание разделов / тематика разделов | Трудоемкость разделов/тем, ауд. час |
| Всего по теоретическому разделу дисциплины: | 16 |

5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

| Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание | Трудоемкость разделов/тем, ауд. час |
|--|-------------------------------------|
| Раздел 1 Основные положения курса. Элементы матричной алгебры | |
| 1.1 Примеры использования матричной алгебры для решения электроэнергетических задач. Сравнение методов анализа устойчивости линейных и линеаризованных систем. | 2 |
| <i>Итого по разделу 1:</i> | 2 |
| Раздел 2 Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений | |
| 2.1 Расчеты режимов для простейшей электрической схемы. исследование сходимости различных методов | 4 |
| 2.2 Расчет установившегося режима в электрической сети на основе уравнений в форме балансов токов. Оценка сходимости решения системы уравнений установившегося режима в ЭЭС | 4 |
| 2.3 Расчет установившегося режима ЭЭС на основе нелинейных математических моделей. 1. Рассчитать напряжения в узлах сети переменного тока используя решающий блок Given Minerr, 2. Рассчитать токи в ветвях. 3. Рассчитать потоки мощности в начале и в конце каждой ветви. 4. Рассчитать потери мощности в ветвях схемы. 5. Сделать проверку результатов по балансу мощностей. | 4 |
| <i>Итого по разделу 2:</i> | 12 |
| Раздел 3 Математические модели установившихся режимов энергосистем и методы их решения | |
| 3.1 Расчеты режимов для простейшей электрической схемы и исследование сходимости различных методов.. | 4 |
| 3.2 Оценка сходимости решения системы уравнений установившегося режима в ЭЭС. | 4 |
| 3.3 Переходные процессы . Метод пространства состояний, моделирование переходных процессов электроэнергетических систем с использованием математических программно интегрированных сред. | 4 |
| 3.4 Преобразования координат. Симметричные и несимметричных трехфазные системы. Метод симметричных составляющих. Связь координатных систем. | 4 |
| <i>Итого по разделу 3:</i> | 16 |
| Раздел 4 Оптимизационные методы решения энергетических задач | |
| 4.1 Выбор сечения проводов ВЛ по различным критериальным условиям. Оптимизационные методы решения электроэнергетических задач | 2 |

| | |
|---|-------------------------------------|
| Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание | Трудоемкость разделов/тем, ауд. час |
| <i>Итого по разделу 4:</i> | 2 |
| Всего по лабораторному практикуму дисциплины: | 32 |

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Практические/семинарские занятия в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

5.5 Курсовое проектирование

В соответствии с рабочим учебным планом предусмотрено выполнить: Курсовая работа (7 семестр).

Курсовая работа по моделированию режимов ЭЭС на основе линейных и нелинейных моделей включает в себя:

- 1) Формирование систем уравнений установившегося режима в форме баланса токов и мощностей для простейших схем энергосистемы.
- 2) Численные методы решения УУР энергосистем
- 3) Оценка сходимости решения системы уравнений установившегося режима в ЭЭС.

6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: Опережающая самостоятельная работа, Другие методы.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Исследовательский метод, Другие методы.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Исследовательский метод, Другие методы.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 18 час.

7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационные мероприятия |
|-------------|---------------------|--|
| ПК-2 | З-ПК-2 | ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Т2, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8, Т3, ЛР9, Зачет (7 сем.), Курсовая работа |
| ПК-2 | У-ПК-2 | ЛР1, Т1, Т3, ЛР9, Курсовая работа |
| ПК-2 | В-ПК-2 | ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Т2, ЛР5, ЛР6, Т3, ЛР9, Курсовая работа |

Шкалы оценки образовательных достижений. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (60 баллов) и промежуточного контроля (40 баллов). Для допуска к промежуточному

контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Зачета.

Аттестация в 7 семестре:

| Вид контроля | Наименование видов контроля | Максимальная положительная оценка в баллах | Минимальная положительная оценка в баллах |
|---------------------------------|-----------------------------|--|---|
| Текущая аттестация | | | |
| ЛР1 | Лабораторная работа | 5 | 3 |
| Т1 | Тестирование | 5 | 3 |
| ЛР2 | Лабораторная работа | 5 | 3 |
| ЛР3 | Лабораторная работа | 5 | 3 |
| ЛР4 | Лабораторная работа | 5 | 3 |
| Т2 | Тестирование | 5 | 3 |
| ЛР5 | Лабораторная работа | 5 | 3 |
| ЛР6 | Лабораторная работа | 5 | 3 |
| ЛР7 | Лабораторная работа | 5 | 3 |
| ЛР8 | Лабораторная работа | 5 | 3 |
| Т3 | Тестирование | 5 | 3 |
| ЛР9 | Лабораторная работа | 5 | 3 |
| Сумма: | | 60 | 36 |
| Промежуточная аттестация | | | |
| Зачет | | 40 | 24 |
| Итого: | | 100 | 60 |

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов по дисциплине | 100–90 | 89–85 | 84–75 | 74–70 | 69–65 | 64–60 | ниже 60 |
|-----------------------------|----------------|---------------|-------|-------|----------------------------|-------|-----------------------------|
| Оценка (ECTS) | A | B | C | D | | E | F |
| Оценка по 4-х бальной шкале | отлично (отл.) | хорошо (хор.) | | | удовлетворительно (удовл.) | | неудовлетворительно (неуд.) |
| Зачет | Зачтено | | | | | | Не зачтено |

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы для Зачета (7 семестр):

- 1 Алгебраические уравнения, для расчета установившихся режимов и методы их решения.
 - 2 Нелинейные уравнения. Метод Ньютона (метод касательных).
 - 3 Метод Гаусса.
 - 4 Нормы и число обусловленности матриц.
 - 5 Метод простой итерации.
 - 6 Метод Зейделя.
 - 7 Расщепление комплексных матриц на действительную и мнимую части.
 - 8 Решение нелинейных уравнений узловых напряжений в форме баланса токов.
 - 9 Решение нелинейных уравнений узловых напряжений в форме баланса мощности.
- Метод Ньютона.
- 10 Понятие об изображающем векторе.
 - 11 Преобразование Парка-Горева.
 - 12 Графическое изображение вектора в Mathcad.
 - 13 Изображение вращающегося вектора и волновой диаграммы.
 - 14 Анализ трехфазных цепей методом симметричных составляющих.
 - 15 Переходный процесс при гармоническом воздействии. Зависимость величины ударного тока от фазы переменного внешнего источника питания.
 - 16 Расчет переходных процессов в пространстве состояния.
 - 17 Сведение матричного дифференциального уравнения к скалярным уравнениям.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

- Л1.1 Акопов А. С. Имитационное моделирование [Текст]: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. С. Акопов; Высшая школа экономики (ВШЭ), Национальный исследовательский университет (НИУ) - Москва: Юрайт, 2015 - 389 с.
- Л1.2 Афонин В. В. Моделирование систем [Текст]: учебно-практическое пособие / В. В. Афонин, С. А. Федосин - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 - 231 с.
- Л1.3 Афонин В. В. Моделирование систем [Текст]: учебно-практическое пособие / В. В. Афонин, С. А. Федосин - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016 - 231 с.
- Л1.4 Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] / Голубева Н. В. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 192 с.

8.2 Дополнительная литература

- Л2.1 Морозов В. К. Моделирование информационных и динамических систем: учебное пособие / В. К. Морозов, Г. Н. Рогачев - Москва: Академия, 2011 - 378 с.
- Л2.2 Петров А. В. Моделирование процессов и систем [Текст]: учебное пособие / А. В. Петров - Санкт-Петербург: Лань, 2015 - 288 с.
- Л2.3 Рейзлин В. И. Математическое моделирование: учебное пособие / В. И. Рейзлин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) - Москва: Издательство Юрайт, 2020 - 127 с.
- Л2.4 Рейзлин В. И. Математическое моделирование: Учебное пособие для вузов / Рейзлин В. И. - Москва: Юрайт, 2021 - 126 с
- Л2.5 Советов Б. Я. Моделирование систем: курсовое проектирование [Текст]: учебное пособие для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев - М.: Высшая школа, 1988 - 133, [3] с.

8.3 Информационно-образовательные ресурсы

- Э1 Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
- Э2 Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Лекции. Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: пометать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурус). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

Лабораторные работы. Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для записи результатов измерения в отчете должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;

- 4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;
- 5) расчет искомой величины и ее значение;
- 6) расчет ошибки измерения;
- 7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;
- 8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

Промежуточная аттестация. Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лекционных, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к промежуточному контролю: Зачет (7 семестр), Курсовая работа (7 семестр)

В течение 7 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Зачету, КР по дисциплине. Студент на Зачете, КР должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

Автор(ы): В.А. Колчанова