

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Профиль подготовки «Электроснабжение»  
РПД Б1.В.ДВ.2.2 «Моделирование в электроэнергетике»



### Приложение 3 РПД Б1.В.ДВ.2.2

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**



### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»**

**Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Профиль подготовки: «Электроснабжение»**

**Срок обучения: 4 года**

**Форма обучения: очная**

**Смоленск – 2016 г.**

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

**Целью освоения дисциплины** освоение представленных ниже знаний, умений и навыков по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

**Задачи дисциплины** - ознакомление с основными положениями теории подобия и моделирования и её использование в решении практических задач моделирования, технико-экономических и технических задач электроэнергетики..

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ОПК-2: способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

ОПК-3: способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей;

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** современные методы и методики решения задач электроэнергетики с применением теории подобия и систем тензорных уравнений; методы решения прикладных задач электроэнергетики (ОПК - 2,3);

**уметь:** решать оптимизационные и технико-экономические задачи электроэнергетики; решать задачи режимов электрических систем и сетей (ОПК - 2,3);

**владеть:** методами решения оптимизационных и технико-экономических задач электроэнергетики с использованием теории подобия и моделирования; методами расчета режимов электрических систем и сетей с использованием тензорных уравнений (ОПК - 2,3).

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина Б1.В.ВД.2.1 относится к вариативной части цикла Б1 Дисциплины образовательной программы подготовки бакалавров по профилям Электроэнергетические системы и сети, Электроснабжение направления «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом дисциплина базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.4 Высшая математика

Б1.Б.5 Физика

Б1.Б.10 Электротехническое и конструкционное материаловедение

Б1.Б.15 Теоретическая механика

Б1.В.ОД.3 Прикладная механика

Б1.Б.16 Инженерная и компьютерная графика

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения дисциплин:

Б1.В.ДВ.4.1 Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах

Б1.В.ДВ.4.2 Аварийные режимы в электроэнергетических системах

Б1.В.ДВ.5.1 Короткие замыкания в электроэнергетических системах

Б1.В.ДВ.5.2 Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах

## **3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

**Аудиторная работа**

|                                                                   |             |           |
|-------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|
| Цикл:                                                             | Б1          | 5 семестр |
| Часть цикла:                                                      | Вариативная |           |
| № дисциплины по учебному плану:                                   | Б1.В.ДВ.2.2 |           |
| Часов (всего) по учебному плану:                                  | 216         | 5 семестр |
| Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)                            | 6           | 5 семестр |
| Лекции (ЗЕТ, часов)                                               | 36          | 5 семестр |
| Практические занятия (ЗЕТ, часов)                                 | 18          | 5 семестр |
| Курсовая работа (ЗЕТ, часов)                                      | 18          | -         |
| Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего) | 99          | 5 семестр |
| Экзамен                                                           | 45          | 5 семестр |

**Самостоятельная работа студентов**

|                                                                     |                        |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Вид работ                                                           | Трудоёмкость, ЗЕТ, час |
| Изучение материалов лекций (лк)                                     | 36                     |
| Подготовка к практическим занятиям (пз)                             | 18                     |
| Подготовка к защите лабораторной работы (лаб)                       | -                      |
| Выполнение расчетно-графической работы (реферата)                   | -                      |
| Выполнение курсового проекта (работы)                               | 18                     |
| Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС) | 27                     |
| Подготовка к контрольным работам                                    | -                      |
| Подготовка к тестированию                                           | -                      |
| Всего (в соответствии с УП):                                        | 99                     |
| Подготовка к экзамену                                               | 45                     |

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических и видов учебных занятий**

| № п/п                                                              | Темы дисциплины                                                  | Всего часов на тему | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах) (в соответствии с УП) |           |     |           |           |                  |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----|-----------|-----------|------------------|
|                                                                    |                                                                  |                     | лк                                                                                                             | пр        | лаб | КР, КП    | СРС       | в т.ч. интеракт. |
| 1                                                                  | 2                                                                | 3                   | 4                                                                                                              | 5         | 6   | 7         | 8         | 9                |
| 1                                                                  | Тема 1. Необходимость, определения, классификация моделирования. | 14                  | 4                                                                                                              |           |     |           | 10        |                  |
| 2                                                                  | Тема 2. Положения теории размерностей.                           | 14                  | 2                                                                                                              | 2         |     |           | 10        |                  |
| 3                                                                  | Тема 3. Основы теории подобия.                                   | 41                  | 6                                                                                                              | 6         |     |           | 29        |                  |
| 4                                                                  | Тема 4. Дополнительные положения о подобии.                      | 20                  | 8                                                                                                              | 2         |     |           | 10        |                  |
| 5                                                                  | Тема 5. Особые виды подобия.                                     | 14                  | 2                                                                                                              | 2         |     |           | 10        |                  |
| 6                                                                  | Тема 6. Критериальный метод.                                     | 20                  | 8                                                                                                              | 2         |     |           | 10        |                  |
| 7                                                                  | Тема 7. Элементы теории моделирования.                           | 25                  | 4                                                                                                              | 2         |     | 9         | 10        |                  |
| 8                                                                  | Тема 8. Обработка результатов экспериментов.                     | 23                  | 2                                                                                                              | 2         |     | 9         | 10        |                  |
| <b>всего по видам учебных занятий с учетом экзамена (45 часов)</b> |                                                                  | <b>216</b>          | <b>36</b>                                                                                                      | <b>18</b> |     | <b>18</b> | <b>99</b> |                  |

## **Содержание по видам учебных занятий**

**Тема 1.** Необходимость, определения, классификация моделирования.

**Лекция 1-2.** Необходимость моделирования. Основные определения моделирования, подобия, модели. Классификация подобий. Виды моделирования. Модели-аналоги. Структурные модели. Цифровые модели.

**Самостоятельная работа 1** Изучение учебной литературы по теме.

**Текущий контроль** – опрос по теме лекций.

**Тема 2.** Положения теории размерностей.

**Лекция 3.** Система единиц измерения, основные и производные единицы. Число основных единиц. Правило Фурье. Формула размерностей. Гомогенные и трансцендентные функции. Классическое подобие. Первая теорема подобия. Формулировка. Доказательство. Выводы.

**Практическое занятие 1.** Системы единиц измерения, основные и производные единицы. Число основных единиц. Правило Фурье. Формула размерностей.

**Самостоятельная работа 2** Изучение учебной литературы по теме.

**Текущий контроль** – опрос по теме лекций.

**Тема 3.** Основы теории подобия.

**Лекция 4-6.** Вторая теорема подобия. Формулировка. Доказательство. Выводы. Метод анализа размерностей, его сравнение с методом интегральных аналогов. Иллюстрирующий пример (электрическая цепь) ко второй теореме подобия.

Третья теорема подобия. Формулировка. Пояснения. Выводы. Способы определения критериев подобия: методы анализа уравнений (интегральных аналогов, анализа размерностей, относительных единиц).

**Практическое занятие 3.** Составление критериальных моделей. Способы определения критериев подобия.

**Практическое занятие 2-4.** Критерии подобия электрических цепей.

**Самостоятельная работа 3** Изучение учебной литературы по теме.

**Текущий контроль** – опрос по теме лекций.

**Тема 4.** Дополнительные положения о подобии.

**Лекция 7-8.** Дополнительные положения о подобии сложных систем и явлений, вероятностно определенных систем. Первое, второе и третье дополнительные положения подобия.

**Лекция 9-10.** Четвертое и пятое дополнительные положения подобия. Некоторые вопросы дальнейшего развития анализа размерностей и теории подобия. Новое в анализе размерностей. Принципы построения специальных систем единиц измерения. Экстенсивные и интенсивные единицы. Функциональные единицы измерения. Особые подходы к увеличению числа основных единиц измерения.

**Практическое занятие 5.** Обработка результатов экспериментов.

**Самостоятельная работа 4** Изучение учебной литературы по теме.

**Текущий контроль** – опрос по теме лекций.

**Тема 5.** Особые виды подобия.

**Лекция 11.** Общие положения, функциональное подобие, нелинейное подобие, кибернетическое подобие, эквивалентное подобие. Интегральное подобие.

**Практическое занятие 6.** Планирование экспериментов.

**Самостоятельная работа 5** Изучение учебной литературы по теме.

**Текущий контроль** – опрос по теме лекций.

**Тема 6. Критериальный метод.**

**Лекция 12-15.** Условное подобие. Стохастическое подобие. Использование критериальных соотношений для аналитического исследования некоторых задач.

Критериальный метод исследования оптимизационных технико-экономических задач (ТЭЗ). Постановка задачи.

**Практическое занятие 7.** Обработка результатов экспериментов.

**Самостоятельная работа 6** Изучение учебной литературы по теме.

**Текущий контроль** – опрос по теме лекций.

**Тема 7. Элементы теории моделирования.**

**Лекция 16-17.** Подход к исследованию. Вывод основных математических зависимостей. Пять задач технико-экономического анализа, решение критериальным методом.

**Практическое занятие 8** Элементы теории моделирования. Общие положения. Основные этапы моделирования. Теория подобия и эксперимент.

**Самостоятельная работа 7** Изучение учебной литературы по теме.

**Текущий контроль** – опрос по теме лекций.

**Тема 8. Обработка результатов экспериментов.**

**Лекция 18.** Электрическое моделирование. Точность моделирования. Анализ погрешностей. Достоверность моделирования.

Обработка результатов экспериментов. Планирование экспериментов и теория подобия. Рациональные эксперименты.

**Практическое занятие 9.** Планирование экспериментов.

**Самостоятельная работа 8** Изучение учебной литературы по теме.

**Текущий контроль** – опрос по теме лекций.

**Итоговая аттестация по дисциплине: экзамен**

Изучение дисциплины заканчивается зачетом. Зачет проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

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

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны: конспект лекций по дисциплине, методические указания, другие теоретические и методические материалы.

**6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

**6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции:

ОПК-2: способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

ОПК-3: способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей;

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

## **6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания**

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ОПК-2: способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач** преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям, контрольной работе. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ, заданий по практическим занятиям.

Принимается во внимание владение обучающимися:

### **знаниями:**

современных методов и методик решения задач электроэнергетики с применением теории подобия и систем тензорных уравнений; методы решения прикладных задач электроэнергетики

### **умениями:**

решать оптимизационные и технико-экономические задачи электроэнергетики; решать задачи режимов электрических систем и сетей

### **навыками:**

решения оптимизационных и технико-экономических задач электроэнергетики с использованием теории подобия и моделирования; методами расчета режимов электрических систем и сетей с использованием тензорных уравнений.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-2: способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач** в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе основные методы моделирования соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому особенности моделирования элементов электроэнергетических сетей – соот-

ветствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому владеть математической и физической базой для моделирования – соответствует эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности **ОПК-2: способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач** в результате выполнения контрольной работы.

Оценивается полнота и правильность выполнения 2-х задач. Одна решенная задача соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, две решенные задачи – продвинутому уровню; две решенные задачи с использованием дополнительной справочной информации и альтернативных способов решения – эталонному уровню.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ОПК-3: способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей** преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям, контрольной работе. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ, заданий по практическим занятиям.

Принимается во внимание владение обучающимися:

**знаниями:**

современных методов и методик решения задач электроэнергетики с применением теории подобия и систем тензорных уравнений; методы решения прикладных задач электроэнергетики

**умениями:**

решать оптимизационные и технико-экономические задачи электроэнергетики; решать задачи режимов электрических систем и сетей

**навыками:**

решения оптимизационных и технико-экономических задач электроэнергетики с использованием теории подобия и моделирования; методами расчета режимов электрических систем и сетей с использованием тензорных уравнений.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-3: способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей** в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе основные задачи решаемые в электроэнергетике с помощью моделирования соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому методы расчетов режимов электроэнергетических сетей – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому владение методами регулирования режимов ЭЭС – соответствует эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности **ОПК-3: способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей** в результате выполнения контрольной работы.

Оценивается полнота и правильность выполнения 2-х задач. Одна решенная задача соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, две решенные задачи – продвинутому уровню; две решенные задачи с использованием дополнительной справочной информации и альтернативных способов решения – эталонному уровню.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по

лабораторным работам, практическим занятиям, расчетно-графическим работам, контрольным работам. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – контрольных опросах, защитах лабораторных работ, расчетно-графических работ, заданий по практическим занятиям.

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой итоговой аттестации по данной дисциплине является зачет, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Зачет с оценкой проводится в устной форме в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23.

Критерии оценивания:

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованную рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.)

**В зачетную книжку студента и приложение к диплому выносится оценка экзамена по дисциплине за 5 семестр.**

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы *по лекционному материалу дисциплины*):

1. Виды моделирования.
2. Физическое и математическое моделирование.
3. Модели – аналоги. Структурные модели. Цифровые модели.
4. Теоремы подобия и их доказательство.
5. Дополнительные положения подобия.
6. Критериальный метод исследования оптимизационных задач электроэнергетики.
7. Общие положения моделирования, точности и достоверности моделирования.
8. Обработка результатов эксперимента.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам)

1. Системы единиц измерения, основные и производные единицы. Число основных единиц.
2. Правило Фурье.
3. Формула размерностей.
4. Определение критериев подобия по  $\pi$ -теореме.
5. Определение критериев подобия методом интегральных аналогов.
6. Критерии подобия электрических цепей.
7. Качественный и количественный анализ технико-экономических моделей.
8. Обработка результатов экспериментов.
9. Планирование экспериментов.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к *зачёту*)

1. Необходимость и виды моделирования. Физическое математическое моделирование.
2. Модели-аналоги.
3. Структурные модели.
4. Цифровые модели.
5. Основы теории размерностей.
6. Теория подобия и ее развитие.
7. Классическое подобие.
8. Первая теорема подобия.
9. Вторая теорема подобия.
10. Третья теорема подобия.
11. Первое, второе и третье дополнительные положения о подобии

сложных систем.

12. четвертое и пятое дополнительные положения.
13. Функциональное подобие.
14. Нелинейное подобие.
15. Кибернетическое подобие.
16. Эквивалентное подобие.
17. Интегральное подобие.
18. Условное подобие.
19. Стохастическое подобие.
20. Критериальный метод анализа оптимизационных технико-экономических задач.

21. Пять задач технико-экономического анализа, решение их критериальным методом.
22. Общие положения теории моделирования.
23. Точность и достоверность моделирования.
24. Обработка результатов эксперимента.
25. Примеры моделирования элементов электрических цепей и систем.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях по выполнению заданий на самостоятельную работу, подготовке и проведению зачета..

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

#### **а) основная литература**

1. Моделирование в электроэнергетике : учебное пособие / А.Ф. Шаталов, И. Воротников, М. Мастепаненко, и др. ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ставропольский государственный аграрный университет. - Ставрополь : Агрус, 2014. - 140 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-9596-1059-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277510>
2. Лыкин, А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов : учебное пособие / А.В. Лыкин. - 3-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 227 с. - ISBN 978-5-7782-2262-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228767>

#### **б) дополнительная литература**

1. Самарский, А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры [Электронный ресурс] : монография / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2005. — 320 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59285](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59285) — Загл. с экрана.

### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Литература по математическому моделированию в электроэнергетике <http://www.twirpx.com/file/623721/>
2. Мир математических уравнений <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина предусматривает лекции 1 раз в неделю, практические занятия 1 раз в две недели в 5-м семестре. Изучение курса завершается *экзаменом* в 5 семестре.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

**Практические занятия** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Содержание практических занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объем профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

На практических занятиях выполняются индивидуальные расчетные задания. Студент готовит отчет о работе (в программе *MS Word* или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объем выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольким типовым

задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

**Самостоятельная работа студентов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

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

**Лекционные занятия:** проводятся в аудиториях для лекций.

**Практические занятия:** проводятся в компьютерных классах

Автор: канд. техн. наук, доцент

В.С. Петров

И.о.зав. кафедрой ЭЭС,  
канд. технич. наук

Р.В. Солопов

Программа одобрена на заседании кафедры ЭЭС протокол №1 от 08.09.2016 года.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Но-<br>мер<br>изме-<br>мене-<br>ния | Номера страниц              |                             |            |                                      | Всего<br>стра-<br>ниц в<br>доку-<br>менте | Наименование<br>и № документа,<br>вводящего<br>изменения | Подпись, Ф.И.О.<br>внесшего измене-<br>ния в данный эк-<br>земпляр | Дата<br>внесения из-<br>менения в<br>данный эк-<br>земпляр | Дата<br>введения из-<br>менения |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                     | изме-<br>ме-<br>нен-<br>ных | заме-<br>ме-<br>нен-<br>ных | но-<br>вых | анну-<br>лиро-<br>ро-<br>ванн-<br>ых |                                           |                                                          |                                                                    |                                                            |                                 |
| 1                                   | 2                           | 3                           | 4          | 5                                    | 6                                         | 7                                                        | 8                                                                  | 9                                                          | 10                              |
|                                     |                             |                             |            |                                      |                                           |                                                          |                                                                    |                                                            |                                 |