

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель ученого совета
факультета энергетики
и систем управления

Бурковский А.В. _____
(подпись)
_____ 201 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

_____ Общая энергетика _____
(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: Электропривода, автоматике и управления в технических системах

Направление подготовки (специальности):

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код, наименование)

Направленности: Электромеханика, Электропривод и автоматика, Электроснабжение, Электропривод и автоматика робототехнических систем.

(название профиля по УП)

Часов по УП: 180; **Часов по РПД** 180

Часов по УП (без учета на экзамены): 144; **Часов по РПД** 144

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: 0;

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 0;

Часов на самостоятельную работу по УП: 108 (60%)

Часов на самостоятельную работу по РПД: 108 (60%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 5

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены-3; Зачет- 0, зачет с оценкой - 0; Курсовые проекты 0; Курсовые работы 0, две контрольные работы - 3.

Форма обучения: очная

Срок обучения: нормативный

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Вид занятий | № семестров, число учебных недель в семестрах | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|-------|-----|
| | 1 / 18 | | 2 / 18 | | 3 / 18 | | 4 / 18 | | 5 / 18 | | 6 / 18 | | 7 / 18 | | 8 / 10 | | Итого | |
| | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД |
| Лекции | | | | | 18 | 18 | | | | | | | | | | | 18 | 18 |
| Лабораторные | | | | | 18 | 18 | | | | | | | | | | | 18 | 18 |
| Практические | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ауд. занятия | | | | | 36 | 36 | | | | | | | | | | | 36 | 36 |
| Сам. работа | | | | | 108 | 108 | | | | | | | | | | | 108 | 108 |
| Итого | | | | | 144 | 144 | | | | | | | | | | | 144 | 144 |

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 №955.

Программу составил (и): _____ к.т.н. Крысанов В.Н.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент : _____ к.т.н., Сергеев В.А.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленности «Электромеханика», «Электроснабжение» и «Электропривод и автоматика», «Электропривод и автоматика робототехнических систем».

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электропривода, автоматике и управления в технических системах»

протокол № __ от _____ 201 г.

Зав. кафедрой ЭАУТС _____ В.Л. Бурковский

Согласовано

Зав. кафедрой ЭМСЭС _____ В.П. Шелякин

Председатель МКНП _____ А.В. Тикунов

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|-------|---|
| 1.1 | Цель изучения дисциплины - формирование знаний о видах природных источников энергии и способах преобразования их в электрическую и тепловую энергию. |
| 1.2 | Для достижения цели ставятся задачи: |
| 1.2.1 | освоение обучающимися основных типов энергетических установок и способов получения тепловой и электрической энергии на базе возобновляемых и невозобновляемых источников энергии. |

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

| | |
|---|--|
| Цикл (раздел) ООП: Б.1. | код дисциплины в УП: Б.1. Б.12 |
| 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося | |
| Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по физике, математике, теоретическим основам электротехники, информатике в объеме бакалавриата. | |
| 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее | |
| Б1.В.ОД.7. | Электрические и электронные аппараты |
| Б1.В.ОД.5. | Силовая электроника |
| Б1.В.ОД.3 | Компьютерные технологии в проектировании электротехнических комплексов |
| Б.1.В.ОД.8 | Электрический привод |
| Б1.Б.11 | Электрические машины |

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|--|---|
| ОПК-2 | способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2); |
| Знает: - методы анализа и моделирования электротехнических устройств; - принципы и основные установки для выработки, передачи, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии; Умеет: – применять методы теоретического и экспериментального исследования электроэнергетических объектов; | |
| ПК-1 | способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике |
| Знает: – принципы и основные установки для выработки, передачи, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии Умеет: – проводить экспериментальные исследования электроэнергетического оборудования Владеет: – методами проведения экспериментальных исследований электротехнических комплексов; | |
| ПК-2 | способностью обрабатывать результаты экспериментов |
| Знает: – методы и принципы обработки результатов экспериментов; Умеет: – обрабатывать результаты экспериментальных исследований электротехнических установок; Владеет: – современными методами и средствами оформления технической документации по результатам проведения экспериментальных исследований электротехнических комплексов. | |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

| | |
|------------|--|
| 3.1 | Знать: |
| 3.1.1 | - методы анализа и моделирования электротехнических устройств; |
| 3.1.2 | - принципы и основные установки для выработки, передачи, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии; |
| 3.1.3 | – методы и принципы обработки результатов экспериментов; |
| 3.2 | Уметь: |
| 3.2.1 | – применять методы теоретического и экспериментального исследования электроэнергетических объектов; |
| 3.2.2 | – проводить экспериментальные исследования электроэнергетического оборудования; |
| 3.2.3 | – обрабатывать результаты экспериментальных исследований электротехнических установок; |
| 3.3 | Владеть: |
| 3.3.1 | методами проведения экспериментальных исследований электротехнических комплексов; |
| 3.3.2 | современными методами и средствами оформления технической документации по результатам проведения экспериментальных исследований электротехнических комплексов. |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах | | | | |
|-------|--|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|-----|-------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС | Всего часов |
| 1 | Проблемы современной энергетики, энергетические ресурсы Земли | 3 | 1-3 | 2 | - | - | | 2 |
| 2 | Методы прямого преобразования энергии, способы получения электрической энергии | 3 | 4-6 | 2 | | 4 | 15 | 21 |
| 3 | Общие вопросы энергетики | 3 | 7-9 | 4 | | 4 | 15 | 23 |
| 4 | Системы электроснабжения | 3 | 10-12 | 2 | | 4 | 30 | 36 |
| 5 | Качество электроэнергии и способы регулирования напряжения | 3 | 13-15 | 4 | | 6 | 24 | 34 |
| 6 | Перспективные разработки в электроэнергетике | 3 | 16-18 | 4 | | - | 24 | 28 |
| Итого | | | | 18 | | 18 | 108 | 144 |

4.1 Лекции

| Неделя семестра | Тема и содержание лекции | Объем часов | В том числе, в интерактивной форме (ИФ) |
|--|---|-------------|---|
| 3 семестр | | 18 | |
| Раздел 1. Проблемы современной энергетики, энергетические ресурсы Земли | | 2 | |
| 1 | <u>Лекция 1</u> Энергетика и технический прогресс. Виды энергетических ресурсов и их запасы. Классификация источников энергии Тема для самостоятельного изучения: Энергетические ресурсы Земли | 2 | |

| | | | |
|---|---|-----------|--|
| Раздел 2. Методы прямого преобразования энергии, способы получения электрической энергии | | 2 | |
| 2 | Лекция 2. Методы прямого преобразования энергии | 1 | |
| 3 | Лекция 3. Способы получения электрической энергии | 1 | |
| Раздел 3. Общие вопросы энергетики | | 4 | |
| 6 | Лекция 4. Понятие об электроэнергетической системе | 2 | |
| 7 | Лекция 5. Основные элементы энергетической системы | 1 | |
| 8 | Лекция 6. Передача энергии на расстояние | 1 | |
| Раздел 4. Системы электроснабжения | | 2 | |
| 10 | Лекция 7. Напряжения в системах электроснабжения | 1 | |
| 11 | Лекция 8. Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях | 1 | |
| Раздел 5. Качество электроэнергии и способы регулирования напряжения | | 4 | |
| 13 | Лекция 9. Качественные показатели электроэнергии | 2 | |
| 14 | Лекция 10. Регулирование напряжения в электрических сетях... | 2 | |
| Раздел 6. Перспективные разработки в электроэнергетике | | 4 | |
| 16-17 | Лекция 11. Разработка сверхпроводниковых турбогенераторов, трансформаторов и ЛЭП | 2 | |
| 18 | Лекция 12. Мероприятия по сокращению энергопотерь. Тема для самостоятельного изучения: Современные принципы построения энергосистем | 2 | |
| Итого часов | | 18 | |

4.2 Практические занятия не предусмотрены учебным планом

4.3 Лабораторные работы

| Неделя семестра | Тема и содержание практического занятия | Объем часов | В том числе в ИФ | Виды контроля |
|---|--|-------------|------------------|-----------------------------|
| 3 семестр | | 18 | 18 | |
| Раздел 2. Методы прямого преобразования энергии, способы получения электрической энергии | | 4 | 4 | |
| 8 | Методы прямого преобразования энергии | 2 | 2 | Отчет о лаб. работе |
| 8 | Способы получения электрической энергии | 2 | 2 | Контроль решения задач |
| Раздел 3. Общие вопросы энергетики | | 4 | 4 | |
| 12 | Основные элементы энергетической системы | 4 | 4 | Отчет о лаб. работе |
| Раздел 4. Системы электроснабжения | | 4 | 4 | |
| 12 | Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях | 4 | 4 | Отчет о лаб. работе |
| Раздел 5. Качество электроэнергии и способы регулирования напряжения | | 6 | 6 | |
| 16 | Качество электрической энергии; показатели качества электроэнергии; влияние качества электроэнергии на функционирование технических средств | 3 | 3 | Отчет о лабораторной работе |
| 16 | Технические средства контроля качества электроэнергии; обеспечение качества электроэнергии. Подведение итогов лабораторного курса. Зачетное занятие. | 3 | 3 | Зачетное задание (тест) |
| Итого часов | | 18 | 18 | |

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

| Неделя семестра | Содержание СРС | Виды контроля | Объем часов |
|------------------|--|--|-------------|
| 3 семестр | | Зачет | 108 |
| 2 | Подготовка к тестированию | тестирование остаточных знаний | 10 |
| | Подготовка к выполнению лабораторной работы | проверка исходных данных лабораторной работы | 10 |
| 4 | Подготовка к лабораторному занятию в интерактивной форме | обсуждение отчета по лаб. работе | 6 |
| 5 | Работа по теме для самостоятельного изучения | проверка правильности усвоения материала | 6 |
| 6 | Подготовка к выполнению лабораторной работы | обсуждение отчета по лаб. работе | 10 |
| 8-10 | Работа с Интернет - ресурсами | проверка полученных результатов во время лабораторной работы | 12 |
| 12 | Подготовка к лабораторному занятию в интерактивной форме | обсуждение отчета по лаб. работе | 10 |
| 14 | Подготовка к контрольной работе | контрольная работа | 12 |
| 15 | Подготовка к лабораторному занятию в интерактивной форме | проверка конспекта лекций | 10 |
| 16 | Подготовка к контрольной работе | контрольная работа | 12 |
| 17 | Работа по теме для самостоятельного изучения | проверка правильности усвоения материала | |
| 18 | Подготовка к зачетному занятию | Проведение зачетного занятия | 10 |
| ИТОГО | | | 108 |

4.5 Методические рекомендации для студентов по освоению дисциплин образовательных программ высшего образования

Цель методических рекомендаций - обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

1. Методические рекомендации по изучению дисциплины

Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (далее - РПД), с ее целями и задачами, связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимся на образовательном портале вуза, с графиком консультаций преподавателей кафедры.

1.1. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс)

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры.

Студентам необходимо:

- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором на портале или присланный на «электронный почтовый ящик группы» (таблицы, графики, схемы). Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

1.2. Рекомендации по подготовке к практическим (лабораторным) занятиям

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (особенно по компьютерному моделированию) и не подготовившиеся к данному практическому (лабораторному) занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшийся на занятии.

2. Методические рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных домашних заданий

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме учебной дисциплины студентам предлагается перечень заданий для самостоятельной работы.

К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

- руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным РПД;
- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы;
- при подготовке к экзамену параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.

3. Методические рекомендации по работе с литературой

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы, как в библиотеке, так и дома.

К каждой теме учебной дисциплины подобрана основная и дополнительная литература.

Основная литература - это учебники и учебные пособия.

Дополнительная литература - это различные справочники, энциклопедии, интернет ресурсы.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| | |
|-----|--|
| | В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии: |
| 5.1 | Информационные лекции; |
| 5.2 | Практические занятия: а) выступления по темам практических занятий б) проведение тестовой оценки остаточных знаний по результатам обучения в) проведение контрольных работ |

| | |
|-----|---|
| | д) экскурсии на промышленные предприятия города и п/ст |
| 5.3 | <ul style="list-style-type: none"> – лабораторные работы – работа в команде (ИФ) – выполнение лабораторных работ в соответствии с графиком, – защита выполненных работ; |
| 5.4 | <p>самостоятельная работа студентов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – изучение теоретического материала по темам для самостоятельного изучения – подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – работа с Интернет-ресурсами; – оформление конспектов лекций, подготовка к контрольным работам |
| 5.5 | <p>Информационные технологии</p> <ul style="list-style-type: none"> – личный кабинет обучающегося; – 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. |

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Паспорт компетенций для текущего контроля для РПД

| Разделы дисциплины | Объект контроля | Форма контроля | Метод контроля | Срок выполнения |
|--|--|----------------|----------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Методы прямого преобразования энергии... | Термоэлектрические генераторы | Опрос | Устный | 1-3 неделя |
| Способы получения электрической энергии | Способы получения электрической энергии от возобновляемых источников | Опрос | Устный | 4-6 неделя |
| Общие вопросы энергетики | Основные элементы энергетической системы | Опрос | Письменный | 7-9 недели |
| Системы электро-снабжения | Элементы систем электроснабжения | Опрос | Устный | 10-12 неделя |
| Качество электроэнергии и способы регулирования напряжения | Основные параметры контроля качества ЭЭ у потребителя | Опрос | Письменный | 13-18 неделя |

Полная спецификация оценочных средств, процедур и контролируемых результатов в привязке к формируемым компетенциям, показателей и критериев оценивания приводится в Фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к рабочей программе.

| | |
|-----|---|
| | Контрольные вопросы и задания |
| 6.1 | Используемые формы текущего контроля: – контрольные работы – оценка активности при проведении экскурсий. |
| 6.2 | Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает вопросы к коллоквиумам, вопросы к зачету, которые содержатся в учебно-методическом комплексе по данной дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в РП дисциплины. |

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| 7.1 Рекомендуемая литература | | | | |
|---|---------------------|--|------------------------------|----------------|
| № п/п | Авторы, составители | Заглавие | Годы издания. Вид издания | Обеспеченность |
| 7.1.1. Основная литература | | | | |
| 7.1.1.1 1 | Зайцев А.И. | Электроснабжение : учеб. пособие. Ч.1. - Воронеж : Научная книга, 2004- 2006. - 120 с. - (Учебная серия "Открытое образование"). Допущено УМО вузов по агроинженерному образованию в качестве учеб. пособия для студентов вузов. | 2006 печат. | 0,5 |
| 7.1.1.2 2 | Крысанов В.Н., | Общая энергетика : Учеб. пособие. / Крысанов В.Н., Писаревский А.Ю Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2015. С 243 | 2015 печат. | 0,5 |
| 7.1.2. Дополнительная литература | | | | |
| 7.1.2.1 | Зайцев А.И. | Энергосберегающие технологии в распределительных электроэнергетических сетях/ А.И. Зайцев, В.Н. Крысанов, Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2016. С 243 | 2016 печат. | 1 |
| 7.1.2.2 | В.А.Веников | Электрические системы: Электрические сети/ В.А.Веников, А.А.Глазунов, и др.-2-е изд. перераб. и доп.М.:Высш.школа, 1998-511с. | 1998 печат | 0,20 |
| 7.1.2.3 | Рожкова Л.Д. | Электрооборудование электрических станций и подстанций.: Учебник.-5-е изд. стереотип.М.: Академия, 2008-448 с | 2008 печат. | 0,5 |
| 7.1.3 Методические разработки | | | | |
| 7.1.3.1 1 | Королев Н.И. | Электрические сети и системы- 2-е изд. перераб. и доп. – Воронеж.: Научная книга, 2007-121с. (Учебная серия "Открытое образование"). Допущено УМО вузов по агроинженерному образованию в качестве учеб. пособия для студентов вузов. | 2007 печат | 0,5 |

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| | |
|------------|--|
| 8.1 | Специализированная лекционная аудитория , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой |
| 8.2 | Учебные лаборатории: – “Электропривода ” – «Энергосбережения и энергоэффективности» |
| 8.3 | Дисплейный класс , оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума |

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие | Год издания. Вид издания. | Обеспеченность |
|-------------------------------------|---|---|------------------------------|----------------|
| 1. Основная литература | | | | |
| Л1.1 | Зайцев А.И. | Электроснабжение : учеб. пособие. Ч.1. - Воронеж : Научная книга, 2004, 2006. - 120 с. - (Учебная серия "Открытое образование"). Допущено УМО вузов по агроинженерному образованию в качестве учеб. пособия для студентов вузов. | 2006 печат. | 0,5 |
| Л1.2 | Крысанов В.Н. | Общая энергетика : Учеб. пособие. / Крысанов В.Н., Писаревский А.Ю Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2015. С 243 | 2015 печат. | 0,5 |
| Л1.3 | Низовой А.И. | Основы энергетики и электроснабжения : Учеб. пособие / А.И.Низовой, В.С.Бойчук. - Воронеж : Кварта, 2003. - 116с. - (Открытое образование). - ISBN 5-89609-028-5 : 60.00. | 2003 печат. | 0,5 |
| 2. Дополнительная литература | | | | |
| Л2.1 | А.И. Зайцев | Энергосберегающие технологии в распределительных-электроэнергетических сетях/ А.И. Зайцев, В.Н. Крысанов, Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2016. С 243. | 2016 | 1,0 |
| Л2.2 | Рожкова Л.Д. | Электрооборудование электрических станций и подстанций.: Учебник.-5-е изд. стереотип.М.: Академия, 2008-448 с | 2008 печат. | 0,5 |
| Л2.3 | Королев Н.И. | Электрические сети и системы- 2-е изд. перераб. и доп. – Воронеж.: Научная книга, 2007-121с. (Учебная серия "Открытое образование"). Допущено УМО вузов по агроинженерному образованию в качестве учеб. пособия для студентов вузов. | 2007 печат. | 0,5 |
| 3. Методические разработки | | | | |
| Л3.1 | А.И.Зайцев, В.А.Сергеев, А.В. Тикунов | Методические указания к лабораторным работам №174-2007 Исследование симметричных и несимметричных режимов работы трехфазного трансформатора.: - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007.- 34 с. | 2007 печат. | 1,0 |
| Л3.2 | А.И.Зайцев, В.А.Сергеев, А.В. Тикунов | Методические указания к лабораторным работам №327-2007 Изучение характеристик современных цифровых счетчиков электрической энергии и автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. 49с. | 2007 печат. | 1,0 |

Зав. кафедрой ЭАУТС _____ Бурковский В.Л.

Директор НТБ _____ Буковшина Т.И.

Приложение 2
Приложение к рабочей программе
дисциплины «Общая энергетика»

**Фонд оценочных средств
по дисциплине «Общая энергетика»**

для направления подготовки (специальности)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация) **Электромеханика, Электропривод и автоматика, Электроснабжение, Электропривод и автоматика робототехнических систем**
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения _____ очная _____ Срок обучения _____ 4 года

Индексированные результаты обучения

| Компетенция | Результат | Индекс |
|---|---|----------|
| ОПК-2 - способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | Знает: - методы анализа и моделирования электротехнических устройств; - принципы и основные установки для выработки, передачи, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии; | ОПК2. Р1 |
| | Умеет: – применять методы теоретического исследования электроэнергетических объектов; | ОПК2. Р2 |

| | | |
|--|---|----------|
| | Владеет: – методами проведения компьютерных исследований электротехнических комплексов; | ОПК2. Р3 |
| ПК-1 - способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике | Знает принципы и основные установки для выработки, передачи, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии | ПК1. Р1 |
| | Умеет проводить экспериментальные исследования электроэнергетического оборудования; | ПК1. Р2 |
| ПК-2 способностью обрабатывать результаты экспериментов | Знает: – методы и принципы обработки результатов экспериментов | ПК-2 Р1 |
| | Умеет: – обрабатывать результаты экспериментальных исследований электротехнических установок | ПК-2 Р2 |
| | Владеет: – современными методами и средствами оформления технической документации по результатам проведения экспериментальных исследований электротехнических комплексов | ПК-2 Р3 |

1. Оценочные средства по контрольной работе

1. Контрольная работа № 1 «Устойчивость ЭЭС»

| Задание | Проверяемый результат | Максимальный балл |
|---------------|-----------------------------------|-------------------|
| Задача 1 | ОПК2. Р1, П К1.Р2 | 3 |
| Задача 2 | ОПК2. Р2, ПК2 Р1,ПК-2 Р2, ПК-2 Р3 | 3 |
| Итоговый балл | | 6 |

Критерий оценки знаний:

3 – задача решена верно;

2 – имеются незначительные арифметические или логические ошибки;

1- задача не решена полностью, но имеется правильный подход к решению;

0- в остальных случаях.

Шкала оценивания: если хотя бы по одной задаче получено 0 баллов, то оценка 2, в противном случае:

| | | | | |
|---------------|-----|---|-----|---|
| Итоговый балл | 0-2 | 3 | 4-5 | 6 |
| Оценка | 2 | 3 | 4 | 5 |

Методика проведения: проводится в аудитории во время практических занятий, используется письменный метод контроля, применяется фронтальная форма, время выполнения задания

-45 минут, задания выполняются без использования справочной литературы и средств коммуникации; результат сообщается на следующем по расписанию занятии по дисциплине «Общая энергетика».

2. Контрольная работа № 2 «Защита от токов КЗ»

| Задание | Проверяемый результат | Максимальный балл |
|---------------|----------------------------|-------------------|
| Задача 1 | ОПК2. Р1, ПК1. Р2, ПК-2 Р2 | 3 |
| Задача 2 | ОПК2. Р2, ПК2. Р1, ПК-2 Р3 | 3 |
| Итоговый балл | | 6 |

Критерий оценки знаний:

3 – задача решена верно;

2 – имеются незначительные арифметические или логические ошибки;

1- задача не решена полностью, но имеется правильный подход к решению;

0- в остальных случаях.

Шкала оценивания: если хотя бы по одной задаче получено 0 баллов, то оценка 2, в противном случае:

| | | | | |
|---------------|-----|---|-----|---|
| Итоговый балл | 0-2 | 3 | 4-5 | 6 |
| Оценка | 2 | 3 | 4 | 5 |

Методика проведения: проводится в аудитории во время практических занятий, используется письменный метод контроля, применяется фронтальная форма, время выполнения задания -45 минут, задания выполняются без использования справочной литературы и средств коммуникации; результат сообщается на следующем по расписанию занятии по дисциплине «Общая энергетика».

Примеры вариантов контрольных работы №1,2 приведены в билетах зачета по данной дисциплине.

2. Оценочные средства по зачету

Методика проведения: зачет проводится в аудитории для проведения лабораторных работ, используется устный метод контроля, применяется индивидуальная форма, время проведения зачета 60 минут, ответы даются без использования справочной литературы с использованием ПК для решения задач, результат сообщается немедленно.

Критерий оценки ответов:

Оценка «отлично» выставляется студенту, ответившему на три вопроса;

Оценка «хорошо» выставляется студенту, ответившему полностью на два вопроса и неполный ответ на третий вопрос;

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, ответившему на два вопроса с поправками;

Оценка «неудовлетворительно, не ответившему вопросы».

БИЛЕТЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА 3-ий семестр

билет №_1____

1. Перечислите основные виды энергетических ресурсов. Приведите не менее трёх классификаций, применяемых к энергетическим ресурсам.

2. Современная организационно-правовая структура ЕЭС РФ.

3. Реализовать и проанализировать переходный процесс с произвольными параметрами в модели простой трёхфазной системы, содержащей центр питания, модель сосредоточенной ЛЭП, трёхфазный приёмник (потребитель электрической энергии).

Параметры элементов модели:

- $U_{\text{ЦП}} = 330$ кВ; $f_{\text{ген}} = 50$ Гц;

- ЛЭП: протяжённость $l = 250$ км; тип провода – АСО – 240;

- трёхфазный приёмник: RL симметричная нагрузка – $R = 500$ Ом; $L = 1,6$ Гн.

Варьируемый параметр при моделировании – R : (0,1 R; R; 10 R).

билет №_2____

1. Привести основные виды и характеристики органических типов топлива.

2. Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учёта электроэнергии (АИИС КУЭ). Основные понятия, требования к подобным системам.

3. Реализовать с помощью библиотеки Simulink модель фазометра и произвести с его помощью измерение активной и реактивной мощности в схеме переменного тока с произвольной структурой и значениями параметров, входящих в неё элементов.

билет №_3____

1. Привести основные виды и характеристики геофизических типов энергетических ресурсов.

2. Балансовые ограничения в ЭЭС. Особенности диспетчерского управления в ЕЭС РФ.

3. Проанализировать влияние варьированной RL нагрузки на упрощённую модель питающей сети. Схема состоит из однофазного двухобмоточного трансформатора, к первичной обмотке которого подключен источник идеального переменного напряжения, а ко вторичной обмотке – непосредственно RL-нагрузка, подключенная последовательно с двумя тиристорами, обеспечивающими её двухполупериодное питание.

Рассмотреть влияние варьирования каждой из составляющих R и L в отдельности на параметры первичной питающей сети (первичной обмотки) – изменения тока и напряжения.

Значения всех параметров элементов схемы принять произвольным образом.

билет №_4____

1. Привести основные виды и характеристики альтернативных источников выработки энергии.

2. Ограничение токов КЗ. Основные понятия, конструкторские решения: схемы. Экономическая обоснованность выбора различных типов оборудования, предназначенного для защиты от токов КЗ.

3. Реализовать с помощью библиотеки Simulink модель фазометра и произвести с его помощью измерение активной и реактивной мощности в схеме переменного тока с произвольной структурой и значениями параметров, входящих в неё элементов.

билет №_5___

1. Принцип функционирования, особенности, структура ТЭЦ и КЭС.

2. Пропускная способность линий различного напряжения.

3. Построить в Matlab модель простой трёхфазной ЭЭС, содержащей генератор электрической энергии, повышающий и понижающий трансформаторы, модель сосредоточенной ЛЭП, трёхфазный приёмник (потребитель электрической энергии).

Параметры элементов модели:

- $U_{\text{ген}} = 10$ кВ; $f_{\text{ген}} = 50$ Гц;

- повышающий трансформатор: полная мощность $S_1 = 600$ МВА; $U_{\text{в1}} = 10$ кВ; $U_{\text{в1}} = 330$ кВ;

- ЛЭП: протяжённость $l = 250$ км; тип провода – АСО – 240;

- понижающий трансформатор: полная мощность $S_2 = 400$ МВА; $U_{\text{в1}} = 330$ кВ; $U_{\text{в1}} = 110$ кВ;

- трёхфазный приёмник: RL симметричная нагрузка – $R = 500$ Ом; $L = 1,6$ Гн.

Определить ток и напряжение в установившемся режиме в фазе А трёхфазного приёмника. Выяснить влияние изменения параметров ЛЭП (3 вариации – 1; 10 1; 0,1 1) на ток и напряжение в фазе А.

билет №_6___

1. Принцип функционирования, особенности, структура АЭС.

2. Требования к схемам электрических соединений электростанций.

3. Реализовать и проанализировать переходный процесс с произвольными параметрами в модели простой трёхфазной системы, содержащей центр питания, модель сосредоточенной ЛЭП, трёхфазный приёмник (потребитель электрической энергии).

Параметры элементов модели:

- $U_{\text{цп}} = 220$ кВ; $f_{\text{ген}} = 50$ Гц;

- ЛЭП: протяжённость $l = 170$ км; тип провода – АСО – 240;

- трёхфазный приёмник: RL симметричная нагрузка – $R = 300$ Ом; $L = 1,2$ Гн.

Варьируемый параметр при моделировании – L : (0,1 L; L; 10 L).

билет №_7___

1. Принцип функционирования, особенности, структура ГЭС и ГАЭС.

2. Фильтро-компенсирующие устройства. Схемы, основные особенности, рекомендации по применению и экономические показатели эффективности функционирования.

3. Проанализировать влияние варьируемой RL нагрузки на упрощённую модель питающей сети. Схема состоит из однофазного двухобмоточного трансформатора, к первичной обмотке которого подключен источник идеального переменного напряжения, а ко вторичной обмотке – непосредственно RL-нагрузка, подключенная последовательно с двумя тиристорами, обеспечивающими её двухполупериодное питание.

Рассмотреть влияние варьирования каждой из составляющих R и L в отдельности на параметры первичной питающей сети (первичной обмотки) – изменения тока и напряжения.

Значения всех параметров элементов схемы принять произвольным образом.

билет № 8

1. Принцип функционирования, особенности, структура ветровых, солнечных, геотермальных, приливных электростанций.

2. Батареи статических конденсаторов. Схемы, основные особенности, рекомендации по применению и экономические показатели эффективности функционирования.

3. При помощи средств имитационного моделирования пакета Matlab оценить влияние различных способов питания асинхронного электропривода (прямой пуск, частотное регулирование) на параметры питающей сети.

билет № 9

1. Принцип функционирования, особенности, структура ветровых, солнечных, геотермальных, приливных электростанций.

2. Реактивная мощность в ЭЭС. Типы устройств компенсации реактивной мощности

3. Реализовать с помощью библиотеки Simulink модель фазометра и произвести с его помощью измерение активной и реактивной мощности в схеме переменного тока с произвольной структурой и значениями параметров, входящих в неё элементов.

билет № 10

1. Характеристики, особенности и описание принципа функционирования турбогенератора.

2. Изменение напряжения изменением сопротивления сети (продольная компенсация)

3. Построить в Matlab модель простой трёхфазной ЭЭС, содержащей генератор электрической энергии, повышающий и понижающий трансформаторы, модель сосредоточенной ЛЭП, трёхфазный приёмник (потребитель электрической энергии).

Параметры элементов модели:

- $U_{ген} = 6$ кВ; $f_{ген} = 50$ Гц;

- повышающий трансформатор: полная мощность $S_1 = 250$ МВА; $U_{в1} = 6$ кВ; $U_{в1} = 230$ кВ;

- ЛЭП: протяжённость $l = 250$ км; тип провода – АСО – 240;

- понижающий трансформатор: полная мощность $S_2 = 200$ МВА; $U_{в1} = 220$ кВ; $U_{в1} = 110$ кВ;

- трёхфазный приёмник: RL симметричная нагрузка – $R=200$ Ом; $L = 0,637$ Гн.

Определить ток и напряжение в установившемся режиме в фазе С трёхфазного приёмника. Выяснить влияние изменения параметров ЛЭП (3 вариации – 1; 10 1; 0,1 1) на ток и напряжение в фазе С.

билет №_11____

1. Характеристики, особенности и описание принципа функционирования магнитогидродинамических генераторов.
2. Регулирование напряжения изменением перетоков реактивных мощностей
3. Реализовать и проанализировать переходный процесс с произвольными параметрами в модели простой трёхфазной системы, содержащей центр питания, модель сосредоточенной ЛЭП, трёхфазный приёмник (потребитель электрической энергии).

Параметры элементов модели:

- $U_{\text{ЦП}}= 330$ кВ; $f_{\text{ген}}= 50$ Гц;

- ЛЭП: протяжённость $l = 300$ км; тип провода – АСО – 240;

- трёхфазный приёмник: RL симметричная нагрузка – $R=500$ Ом; $L = 1,6$ Гн.

Варьируемый параметр при моделировании – l : (0,1 1; 1; 10 1).

билет №_12____

1. Характеристики, особенности и описание принципа функционирования термоэлектрических генераторов.
2. Регулирование напряжения с помощью вольтодобавочных трансформаторов
3. Проанализировать влияние варьiruемой RC нагрузки на упрощённую модель питающей сети. Схема состоит из однофазного двухобмоточного трансформатора, к первичной обмотке которого подключен источник идеального переменного напряжения, а ко вторичной обмотке – непосредственно RC-нагрузка, подключенная последовательно с двумя тиристорами, обеспечивающими её двухполупериодное питание.

Рассмотреть влияние варьирования каждой из составляющих R и C в отдельности на параметры первичной питающей сети (первичной обмотки) – изменения тока и напряжения.

Значения всех параметров элементов схемы принять произвольным образом.

билет №_13____

1. Характеристики, особенности и описание принципа функционирования электрохимических генераторов.
2. Регулирование напряжения силовых трансформаторов путём изменения коэффициента трансформации
3. При помощи средств имитационного моделирования пакета Matlab оценить влияние различных способов питания асинхронного электропривода (прямой пуск, частотное регулирование) на параметры питающей сети.

билет №_14____

1. Характеристики, особенности и описание принципа функционирования электрохимических генераторов.

. Регулирование напряжения в ЭЭС изменением напряжения на электростанциях.

3. Реализовать с помощью библиотеки Simulink модель фазометра и произвести с его помощью измерение активной и реактивной мощности в схеме переменного тока с произвольной структурой и значениями параметров, входящих в неё элементов.

билет №_15____

1. Раскройте основные положения относительно электроэнергетической системы (ЭЭС): структура, специфика, назначение.

2. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников.

3. Построить в Matlab модель простой трёхфазной ЭЭС, содержащей генератор электрической энергии, повышающий и понижающий трансформаторы, модель сосредоточенной ЛЭП, трёхфазный приёмник (потребитель электрической энергии).

Параметры элементов модели:

- $U_{ген} = 10$ кВ; $f_{ген} = 50$ Гц;

- повышающий трансформатор: полная мощность $S_1 = 250$ МВА; $U_{в1} = 10$ кВ; $U_{в1} = 230$ кВ;

- ЛЭП: протяжённость $l = 250$ км; тип провода – АСО – 240;

- понижающий трансформатор: полная мощность $S_2 = 200$ МВА; $U_{в1} = 220$ кВ; $U_{в1} = 110$ кВ;

- трёхфазный приёмник: RL симметричная нагрузка – $R = 400$ Ом; $L = 1,2$ Гн.

Определить ток и напряжение в установившемся режиме в фазе В трёхфазного приёмника. Выяснить влияние изменения параметров ЛЭП (3 вариации – 1; 10 l; 0,1 l) на ток и напряжение в фазе В.

билет №_16____

1. Подробная классификация электрических сетей по различным видам признаков (привести классификацию не менее чем по пяти различным показателям)

2. Качество электрической энергии. Основные положения и понятия ГОСТ Р 54149-2010 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

3. Реализовать и проанализировать переходный процесс с произвольными параметрами, сопровождающийся коротким замыканием на землю фазы А в модели простой трёхфазной системы, содержащей центр питания, модель сосредоточенной ЛЭП, трёхфазный приёмник (потребитель электрической энергии).

Параметры элементов модели:

- $U_{цп} = 330$ кВ; $f_{ген} = 50$ Гц;

- ЛЭП: протяжённость $l = 300$ км; тип провода – АСО – 240;

- трёхфазный приёмник: RL симметричная нагрузка – $R = 400$ Ом; $L = 1,0$ Гн.

Варьируемый параметр при моделировании – R: (0,1 R; R; 10 R).

билет №_17____

1. Силовые трансформаторы: принцип действия, схемы замещения, основные параметры.
2. Режимы нейтрали в сетях напряжением до 1000 В.
3. При помощи средств имитационного моделирования пакета Matlab оценить влияние различных способов питания асинхронного электропривода (прямой пуск, частотное регулирование) на параметры питающей сети.

билет № 18 ____

1. ЛЭП: классификация, схемы замещения линий различных классов напряжения.
2. Системы с глухозаземлённой нейтралью. Особенности, схемы замещения, векторные диаграммы, характеризующие данные системы.
3. Проанализировать влияние варьированной RC нагрузки на упрощённую модель питающей сети. Схема состоит из однофазного двухобмоточного трансформатора, к первичной обмотке которого подключен источник идеального переменного напряжения, а ко вторичной обмотке – непосредственно RC -нагрузка, подключенная последовательно с двумя тиристорами, обеспечивающими её двухполупериодное питание.

Рассмотреть влияние варьирования каждой из составляющих R и C в отдельности на параметры первичной питающей сети (первичной обмотки) – изменения тока и напряжения.

Значения всех параметров элементов схемы принять произвольным образом.

билет № 19 ____

1. Преимущества от объединения ЭЭС в единую электроэнергетическую систему (ЕЭС). Основные понятия диспетчерского управления.
2. Системы с компенсированной нейтралью. Особенности, схемы замещения, векторные диаграммы, характеризующие данные системы.
3. При помощи средств имитационного моделирования пакета Matlab оценить влияние различных способов питания асинхронного электропривода (прямой пуск, частотное регулирование) на параметры питающей сети.

билет № 20 ____

1. Понятие качества электрической энергии. Потери электрической энергии.
2. Системы с изолированной нейтралью. Особенности, схемы замещения, векторные диаграммы, характеризующие данные системы.
3. Построить в Matlab модель простой трёхфазной ЭЭС, содержащей генератор электрической энергии, повышающий и понижающий трансформаторы, модель сосредоточенной ЛЭП, трёхфазный приёмник (потребитель электрической энергии).

Параметры элементов модели:

- $U_{ген} = 6$ кВ; $f_{ген} = 50$ Гц;
- повышающий трансформатор: полная мощность $S_1 = 400$ МВА; $U_{в1} = 6$ кВ; $U_{в2} = 330$ кВ;
- ЛЭП: протяжённость $l = 300$ км; тип провода – АСО – 240;

- понижающий трансформатор: полная мощность $S_2 = 330$ МВА; $U_{в1} = 330$ кВ; $U_{в1} = 110$ кВ;

- трёхфазный приёмник: RL симметричная нагрузка – $R = 300$ Ом; $L = 0,955$ Гн.

Определить ток и напряжение в установившемся режиме в фазе В трёхфазного приёмника. Выяснить влияние изменения параметров ЛЭП (3 вариации – 1; 10 L; 0,1 L) на ток и напряжение в фазе С.

билет № 21

1. Структура генерирующих мощностей ЕЭС РФ.

2. Способы заземления нейтрали в различных типах электрических установок. Особенности, схемы замещения, рекомендации по применению.

3. Реализовать и проанализировать переходный процесс с произвольными параметрами, сопровождающийся межфазным коротким замыканием в модели простой трёхфазной системы, содержащей центр питания, модель сосредоточенной ЛЭП, трёхфазный приёмник (потребитель электрической энергии).

Параметры элементов модели:

- $U_{цп} = 220$ кВ; $f_{ген} = 50$ Гц;

- ЛЭП: протяжённость $l = 200$ км; тип провода – АСО – 240;

- трёхфазный приёмник: RL симметричная нагрузка – $R = 200$ Ом; $L = 0,7$ Гн.

Варьируемый параметр при моделировании – L: (0,1 L; L; 10 L).

билет № 22

1. Электросетевой комплекс ЕЭС РФ.

2. Потери мощности и электроэнергии в ЭЭС. Структура. Нормирование потерь. Экономически обоснованный уровень потерь.

3. Проанализировать влияние варьiruемой RLC нагрузки на упрощённую модель питающей сети. Схема состоит из однофазного двухобмоточного трансформатора, к первичной обмотке которого подключен источник идеального переменного напряжения, а ко вторичной обмотке – непосредственно RLC-нагрузка, подключенная последовательно с двумя тиристорами, обеспечивающими её двухполупериодное питание.

Рассмотреть влияние варьирования каждой из составляющих R, L и C в отдельности на параметры первичной питающей сети (первичной обмотки) – изменения тока и напряжения.

Значения всех параметров элементов схемы принять произвольным образом.

билет № 23

1. Основные характеристики, структура и пути развития тепловой энергетики РФ.

2. Потери мощности и электроэнергии в ЭЭС. Оценка уровня потерь на различных этапах цикла генерации / транспорта / потребления ресурсов.

3. При помощи средств имитационного моделирования пакета Matlab оценить влияние различных способов питания асинхронного электропривода (прямой пуск, частотное регулирование) на параметры питающей сети.

билет №_24____

1. Основные характеристики, структура и пути развития тепловой и атомной энергетики РФ.
2. Графики нагрузки потребителей электроэнергии.
3. Проанализировать влияние варьируемой RLC нагрузки на упрощённую модель питающей сети. Схема состоит из однофазного двухобмоточного трансформатора, к первичной обмотке которого подключен источник идеального переменного напряжения, а ко вторичной обмотке – непосредственно RLC-нагрузка, подключенная последовательно с двумя тиристорами, обеспечивающими её двухполупериодное питание.

Рассмотреть влияние варьирования каждой из составляющих R, L и C в отдельности на параметры первичной питающей сети (первичной обмотки) – изменения тока и напряжения.

Значения всех параметров элементов схемы принять произвольным образом.

билет №_25____

1. Основные характеристики, структура и пути развития гидроэнергетики и альтернативных типов выработки энергии в РФ.
2. Экономико – техническое обоснование уровня напряжения для передачи электрической энергии.
3. Построить в Matlab модель простой трёхфазной ЭЭС, содержащей генератор электрической энергии, повышающий и понижающий трансформаторы, модель сосредоточенной ЛЭП, трёхфазный приёмник (потребитель электрической энергии).

Параметры элементов модели:

- $U_{ген} = 10$ кВ; $f_{ген} = 50$ Гц;
- повышающий трансформатор: полная мощность $S_1 = 250$ МВА; $U_{в1} = 10$ кВ; $U_{в1} = 230$ кВ;
- ЛЭП: протяжённость $l = 250$ км; тип провода – АСО – 240;
- понижающий трансформатор: полная мощность $S_2 = 200$ МВА; $U_{в1} = 220$ кВ; $U_{в1} = 110$ кВ;
- трёхфазный приёмник: RL симметричная нагрузка – $R = 200$ Ом; $L = 0,637$ Гн.

Определить ток и напряжение в установившемся режиме в фазе А трёхфазного приёмника. Выяснить влияние изменения параметров ЛЭП (3 вариации – 1; 10 1; 0,1 1) на ток и напряжение в фазе А.