

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кудрявцев М.Г.
Должность: Проректор по образовательной деятельности
Дата подписания: 01.03.2024
Уникальный программный ключ:
790a1a8df2525774421adc1fc96453f0e902bfb0

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»**
(Университет Вернадского)

Кафедра Электрооборудования и электротехнических систем

Принято Ученым советом
Университета Вернадского
«28» марта 2024 г. протокол № 9



Рабочая программа дисциплины

Аварийные режимы в электротехнических системах

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Направленность (профиль) программы **Электроснабжение сельских территорий**

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Балашиха 2024г.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02
Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа дисциплины разработана доцентом
кафедры электрооборудования и электротехнических систем к.т.н., доцент Струков А.Н.
(наименование кафедры, ученая степень, ФИО)

Рецензент: *к.т.н., доцент, заведующий кафедрой электрооборудования и электротехнических систем Закабунин А.В.*

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций

1.1 Перечень компетенций, формируемых учебной дисциплиной

Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
ПК-2 Инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи	
ИД-1ПК-2 Знать нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы отдельных воздушных линий, допустимые перегрузки по току и температурам воздушных линий	Знать (З): основные положения по эксплуатации линий электропередачи, методы профилактических измерений на линиях электропередач, порядок проведения планового (капитального) и внепланового ремонта воздушных линий электропередачи
	Уметь (У): определять места повреждений воздушных линий электропередачи различными методами, обеспечивать соблюдение техники безопасности при проведении эксплуатационных и ремонтных работ
	Владеть (В): технологией ведения ремонтных работ линий электропередачи различного напряжения

2. Цели и задачи освоения учебной дисциплины, место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Аварийные режимы в электротехнических системах» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы высшего образования 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Цель курса заключается в ознакомлении будущего специалиста с комплексом сложных вопросов и проблем, связанных с аварийными режимами в системах электроснабжения, научить его производить необходимые расчеты с целью предотвращения аварийных режимов, оптимизацию режимов работы СЭС, обеспечивающих протекание процессов с минимальными отрицательными воздействиями на электрооборудование, как в нормальных, так и аварийных условиях эксплуатации.

Задачами курса является изучение методов расчетов параметров аварийных режимов в системах электроснабжения и методики выбора защитных аппаратов.

3. Объем учебной 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

3.1 Очная форма обучения

Вид учебной работы	___7 семестр
--------------------	--------------

Общая трудоемкость дисциплины, зачетных единиц	
часов	144
Аудиторная (контактная) работа, часов	44
в т.ч. занятия лекционного типа	22
практические занятия семинарского типа	22
Самостоятельная работа обучающихся, часов	96
Контроль	4
в т.ч. защита практической работы	4
Вид промежуточной аттестации	зачёт

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Перечень разделов дисциплины с указанием трудоемкости аудиторной (контактной) и самостоятельной работы, видов контролей и перечня компетенций
Очная форма обучения

Наименование разделов и тем	Трудоемкость, часов			Наименование оценочного средства	Код ИДК
	всего	в том числе			
		аудиторной (контактной) работы	самостоятельной работы		
Раздел 1. Классификация и виды аварийных и послеаварийных режимов систем электроснабжения.	35	11	24	Опрос на лекции, Тест	ИД-1ПК-2
Раздел 2. Аварийные и послеаварийные режимы при нарушении изоляции электрооборудования СЭС.	35	11	24	Опрос на лекции, практическая работа, Тест	ИД-1ПК-2
Раздел 3. Аварийные и послеаварийные режимы при нарушении проводимости токоведущих частей СЭС.	35	11	24	Опрос на лекции, практическая работа, Тест	ИД-1ПК-2
Раздел 4. Аварийные и послеаварийные режимы в особых условиях работы СЭС.	35	11	24	Опрос на лекции, практическая работа, Тест	ИД-1ПК-2
Защита практической работы (контроль)	4				
Итого за семестр	140	44	96		
ИТОГО по дисциплине	144				

Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Задача (практическое задание)	Решение задач по индивидуальному варианту.	Комплект задач и заданий
2	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

4.2 Содержание дисциплины по разделам и темам

Раздел 1. Классификация и виды аварийных и послеаварийных режимов систем электроснабжения.

Цели – изучить виды аварийных и послеаварийных режимов систем электроснабжения.

Задачи:

знать виды аварийных и послеаварийных режимов.

Перечень учебных элементов раздела:

Справочные материалы.

Теория электромагнитного поля: общая физическая основа задач электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей.

Раздел 2. Аварийные и послеаварийные режимы при нарушении изоляции электрооборудования СЭС.

Цели – изучить аварийные и послеаварийные режимы при симметричных и несимметричных коротких замыканиях, при повреждении изоляции атмосферными и коммутационными перенапряжениями.

Задачи – владение методиками определения и диагностики мест повреждений, способами и средствами устранения повреждений.

Перечень учебных элементов раздела:

Лекционный материал по разделу.

Раздел 3. Аварийные и послеаварийные режимы при нарушении проводимости токоведущих частей СЭС.

Цели – изучить аварийные и послеаварийные режимы при обрывах воздушных и кабельных линий электропередач, при перегреве токоведущих частей за счет увеличения активных сопротивлений, в частности контактных.

Задачи – владение методиками определения и диагностики мест повреждений, способами и средствами устранения повреждений.

Перечень учебных элементов раздела:

Лекционный материал по разделу.

Раздел 4. Аварийные и послеаварийные режимы в особых условиях работы СЭС.

Цели – изучить аварийные и послеаварийные режимы сильноточных вентильных преобразователей.

Задачи – владение методиками определения и диагностики мест повреждений, способами и средствами устранения повреждений.

Перечень учебных элементов раздела:

Лекционный материал по разделу.

5. Оценочные материалы по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине представлены в виде фонда оценочных средств.

6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц
1.	Аварийные режимы в электротехнических системах: Методические указания по изучению дисциплины и задания для практических занятий / ФГБОУ ВО «Рос. гос. аграр. заоч. ун-т; Сост. А.Н. Струков - Балашиха, 2022.

6.2 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины *

Электронные учебные издания в электронно-библиотечных системах (ЭБС):

№ п/п	Автор, название, место издания, год издания, количество страниц	Ссылка на учебное издание в ЭБС
1.	Елистратов, ВВ Возобновляемая энергетика [Электронный ресурс]: монография – СПб.: «Наука», 2013. – 306с.	http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/2151
2.	Афанасьева, Н.А. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] / Н.А. Афанасьева, Л.П. Булат. – СПб.: СПНИУ ИТМО, 2005. – 178 с.	http://ebs.rgazu.ru/?q=node/3046
3.	Ткаченко, Н.И. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] / Н.И. Ткаченко, С.Е. Башняк. – Ростов н/Д.: Донской ГАУ, 2015. – 61 с.	http://ebs.rgazu.ru/?q=node/4342
4.	Усольцев А.А. Общая электротехника [Электронный ресурс] / А.А. Усольцев. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 301 с.	http://ebs.rgazu.ru/?q=node/822

5.	Калинин, В.Ф. Теоретическая электротехника в электрооборудовании [Электронный ресурс] / В.Ф. Калинин, В.М. Иванов. – Тамбов: ТГТУ, 2010. – 316 с.	http://ebs.rgazu.ru/?q=node/866
----	---	---

6.3 Перечень электронных образовательных ресурсов *

№ п/п	Электронный образовательный ресурс	Доступ в ЭОР (сеть Интернет, локальная сеть, авторизованный/свободный доступ)
1.	ЦИТ Форум	http://citforum.ru/

6.4 Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы и лицензионное программное обеспечение

Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, цифровые электронные библиотеки и другие электронные образовательные ресурсы

1. Договор о подключении к Национальной электронной библиотеке и предоставлении доступа к объектам Национальной электронной библиотеки №101/НЭБ/0502-п от 26.02.2020 5 лет с пролонгацией
2. Договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям издательства «Лань» №527/21 от 11.05.2021
3. Соглашение о бесплатном тестовом доступе к Polpred.com. Обзор СМИ 27.04.2016 бессрочно
4. Соглашение о бесплатном тестовом доступе к Polpred.com. Обзор СМИ 02.03.2020 бессрочно
5. Информационно-справочная система «Гарант» – URL: <https://www.garant.ru/>
Информационно-справочная система Лицензионный договор № 261709/ОП-2 от 25.06.2021
6. «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/> свободный доступ
7. Электронно-библиотечная система AgriLib <http://ebs.rgazu.ru/> (свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014620472 от 21.03.2014).

Доступ к электронной информационно-образовательной среде, информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Система дистанционного обучения Moodle www.portfolio.rgazu.ru (свободно распространяемое)
2. Право использования программ для ЭВМ Mirapolis HCM в составе функциональных блоков и модулей: Виртуальная комната. Стандартная лицензия до 1000 пользователей на 1 месяц (Лицензионный договор № 77/03/22 – К от 25 апреля 2022)
3. Инновационная система тестирования – программное обеспечение на платформе 1С (Договор № К/06/03 от 13.06.2017)
4. Образовательный интернет – портал Российского государственного аграрного заочного университета (свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-51402 от 19.10.2012).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. OpenOffice – свободный пакет офисных приложений (свободно распространяемое)
2. linuxmint.com <https://linuxmint.com/> (свободно распространяемое)
3. Электронно-библиотечная система AgriLib <http://ebs.rgazu.ru/> (свидетельство о

государственной регистрации базы данных №2014620472 от 21.03.2014)

4. Официальная страница ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет» <https://vk.com/rgazuru> (свободно распространяемое)

5. Портал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный заочный университет» (свободно распространяемое)
<https://zen.yandex.ru/id/5fd0b44cc8ed19418871dc31>

6. Антивирусное программное обеспечение Dr. WEB Desktop Security Suite (Сублицензионный договор №13740 на передачу неисключительных прав на программы для ЭВМ от 01.07.2021).

6.5 Перечень учебных аудиторий, оборудования и технических средств обучения

Предназначение помещения (аудитории)	Наименование корпуса, № помещения (аудитории)	Перечень оборудования (в т.ч. виртуальные аналоги) и технических средств обучения*
Для занятий лекционного типа	143900, Московская область, г. Балашиха, ул. Юлиуса Фучика д.1, 501, 7-14 виртуальные аудитории	1. Система дистанционного обучения Moodle www.portfolio.rgazu.ru (свободно распространяемое) 2. Специализированная мебель, экран рулонный настенный, Персональный компьютер в сборке с выходом в интернет
Для занятий семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), групповых консультаций, индивидуальной работы, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	143900, Московская область, г. Балашиха, ул. Юлиуса Фучика д.1, 412, 7-14 виртуальные аудитории	1. Система дистанционного обучения Moodle www.portfolio.rgazu.ru (свободно распространяемое) 2. Образовательная платформа http://edu.rgazu.ru/ 3. Лабораторно-практические многофункциональные стенды для выполнения лабораторно-практических занятий «Электрические и магнитные цепи». 4. Лабораторный стенд «Исследование характеристик асинхронного двигателя и генератора» 5. Лабораторный стенд «Исследование трёхфазных цепей» 6. Лабораторный стенд «Уралочка»
Для самостоятельной работы	143900, Московская область, г. Балашиха, ул. Юлиуса Фучика д.1, 320	1. Образовательная платформа http://edu.rgazu.ru/ 2. На базе процессора Intel Pentium G620 3. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ФГБОУ ВО РГАЗУ «AgriLib», раздел: «Агроинженерия» http://ebs.rgazu.ru/

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»**
(Университет Вернадского)

**Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной
аттестации обучающихся по дисциплине
Аварийные режимы в электротехнических системах**

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Направленность (профиль) программы **Электроснабжение сельских
территорий**

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Балашиха 2024г.

1. Описание показателей и критериев оценивания планируемых результатов обучения по учебной дисциплине

Индикаторы достижения компетенций	Уровень освоения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства
ИД-1пк-2 Знать нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы отдельных воздушных линий, допустимые перегрузки по току и температурам воздушных линий	Пороговый (удовлетворительно)	<p>Знает: основные положения по эксплуатации линий электропередачи, методы профилактических измерений на линиях электропередач, порядок проведения планового (капитального) и внепланового ремонта воздушных линий электропередачи</p> <p>Умеет: определять места повреждений воздушных линий электропередачи различными методами, обеспечивать соблюдение техники безопасности при проведении эксплуатационных и ремонтных работ</p> <p>Владеет: технологией ведения ремонтных работ линий электропередачи различного напряжения</p>	Тест, собеседование
	Продвинутый (хорошо)	<p>Знает твердо: основные положения по эксплуатации линий электропередачи, методы профилактических измерений на линиях электропередач, порядок проведения планового (капитального) и внепланового ремонта воздушных линий электропередачи</p> <p>Умеет уверенно: определять места повреждений воздушных линий электропередачи различными методами, обеспечивать соблюдение техники безопасности при проведении эксплуатационных и ремонтных работ</p> <p>Владеет уверенно: технологией ведения ремонтных работ линий электропередачи различного напряжения</p>	Тест, собеседование, защита практической работы
	Высокий (отлично)	<p>Имеет сформировавшееся систематические знания: основные положения по эксплуатации линий электропередачи, методы профилактических измерений на линиях электропередач, порядок проведения планового (капитального) и внепланового ремонта воздушных линий электропередачи</p> <p>Имеет сформировавшееся систематическое умение:</p>	Тест, собеседование, защита практической работы

		<p>определять места повреждений воздушных линий электропередачи различными методами, обеспечивать соблюдение техники безопасности при проведении эксплуатационных и ремонтных работ</p> <p>Показал сформировавшееся систематическое владение: технологией ведения ремонтных работ линий электропередачи различного напряжения</p>	
--	--	--	--

2. Описание шкал оценивания

2.1 Шкала оценивания на этапе текущего контроля

Форма текущего контроля	Отсутствие усвоения (ниже порогового)*	Пороговый (удовлетворительно)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
Выполнение практической работы	не выполнена или все задания решены неправильно	Решено более 50% задания, но менее 70%	Решено более 70% задания, но есть ошибки	все задания решены без ошибок

* Студенты, показавшие уровень усвоения ниже порогового, не допускаются к промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 Шкала оценивания на этапе промежуточной аттестации (зачет и экзамен в виде итогового теста, курсовая работа)

Форма промежуточной аттестации	Отсутствие усвоения (ниже порогового)	Пороговый (удовлетворительно)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
Выполнение итоговых тестов (не менее 15 вопросов на вариант)	Менее 51%	51-79%	80-90%	91% и более

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

(в соответствии пунктом 4 рабочей программы дисциплины)

**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ по дисциплине –
Автономные источники энергии**

Практическая работа предусматривает выполнение задач по индивидуальному варианту. Пример задачи приведен ниже.

**РАСЧЕТ УСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ЭЭС НА
ОСНОВЕ УРАВНЕНИЙ В ФОРМЕ БАЛАНСА МОЩНОСТЕЙ**

Цель работы. Моделирование установившихся режимов ЭЭС на основе нелинейных уравнений узловых напряжений в среде *Mathcad*.

1. Теоретические сведения

Если считать, что в сети известны задающие токи I_1, I_2 (рис. 1) и параметры схемы, то задача расчета узловых напряжений и токов сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений, которая в принципе имеет точное аналитическое решение (лабораторная работа №1).

Однако при практических расчетах электрических режимов энергосистем в активных узлах обычно задаются не токи, а соответствующие мощности $S_1, S_2...$ генераторов и нагрузок.

Рассмотрим принципы составления и решения системы уравнений, составленных по методу узловых напряжений и преобразованных к общепринятой в инженерной практике форме задания исходных данных в виде мощностей, на простой трехузловой схеме (рис. 2.1).

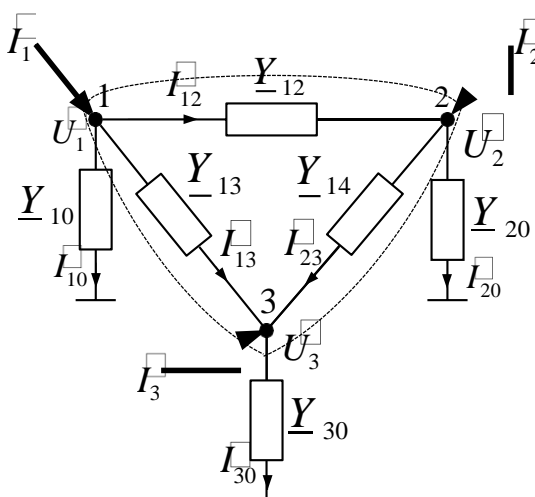


Рис. 1. Схема замещения сети с тремя узлами

Ток, направленный от узла будем учитывать со знаком «+», к узлу –сознаком «-».

Тогда уравнения по первому закону Кирхгофа для узлов схемы

$$I_{12}+I_{13}+I_{10}=I_1, \quad (1)$$

$$-I_{12}+I_{23}+I_{20}=I_2' \quad (2)$$

Где I_1, I_2, I_3 – задающие токи.

$$-I_{13}-I_{23}+I_{30}=I_3' \quad (3)$$

Покажем, что одно из узловых уравнений не является независимым, а вытекает из двух других. Пусть этим уравнением является (3).

Уравнение по первому закону Кирхгофа для фрагмента схемы, выделенного сечением (на рис. 1 показано пунктиром),

$$I_{10}+I_{20}+I_{30}=I_1+I_2+I_3. \quad (4)$$

Просуммируем уравнения (1) и (2)

$$I_{12}+I_{13}+I_{10}-I_{12}+I_{23}+I_{20}=I_1+I_2. \quad (5)$$

Выразим из (4) сумму I_1+I_2 и подставим в уравнение (5), что после сокращений дает уравнение (3). Именно поэтому при использовании МУН в одном из узлов напряжение должно быть задано.

В расчетах установившихся режимов в электрических сетях этот узел приобретает также определенный физический смысл и называется балансирующим узлом.

Итак, далее рассмотрим систему из двух уравнений (1) и (2), в которой токи в ветвях выразим через узловые напряжения и проводимости

$$(U_1-U_2)\underline{Y}_{12}+(U_1-U_3)\underline{Y}_{13}+U_1\underline{Y}_{10}=I_1, \quad (6)$$

$$-(U_1-U_2)\underline{Y}_{12}+(U_2-U_3)\underline{Y}_{23}+U_2\underline{Y}_{20}=I_2. \quad (7)$$

После раскрытия скобок и приведения подобных слагаемых в (6), (7) получим

$$U_1(\underline{Y}_{12}+\underline{Y}_{13}+\underline{Y}_{10})-U_2\underline{Y}_{12}-U_3\underline{Y}_{13}=I_1, \quad (8)$$

$$-U_1\underline{Y}_{12}+U_2(\underline{Y}_{12}+\underline{Y}_{23}+\underline{Y}_{20})-U_3\underline{Y}_{23}=I_2. \quad (9)$$

Необходимо определить напряжения U_1, U_2 , а напряжение U_3 – задается. Направление вектора U_3 принимается также за ось отсчета углов всех электрических величин в схеме.

Если считать, что известны задающие токи I_1, I_2 и известны параметры схемы, то задача сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений, которая в принципе имеет точное аналитическое решение.

Выразим токи I_1, I_2 в (6), (7) через мощности

$$S_1=P_1+jQ_1, S_2=P_2+jQ_2.$$

Имея в виду, что $S=UI$, получим

$$I_1 = \underline{S}_1 / U_1, \quad I_2 = \underline{S}_2 / U_2. \quad (10)$$

Подставим значения (10) в (8), (9), тогда

$$U_1(\underline{Y}_{12} + \underline{Y}_{13} + \underline{Y}_{10}) - U_2 \underline{Y}_{12} - U_3 \underline{Y}_{13} = \underline{S}_1 / U_1, \quad (11)$$

$$-U_1 \underline{Y}_{12} + U_2(\underline{Y}_{12} + \underline{Y}_{23} + \underline{Y}_{20}) - U_3 \underline{Y}_{23} = \underline{S}_2 / U_2. \quad (12)$$

Наиболее существенное обстоятельство, которое на данном этапе следует отметить, заключается в том, что теперь уравнения стали нелинейными. Проведем дальнейшие преобразования, умножим левую и правую части уравнений (11) и (12) соответственно на U_1 и U_2 . Учтем также, что $S_1 = P_1 + jQ_1$, $S_2 = P_2 + jQ_2$. Тогда

$$U^2_1(\underline{Y}_{12} + \underline{Y}_{13} + \underline{Y}_{10}) - U_2 U_1 \underline{Y}_{12} - U_3 U_1 \underline{Y}_{13} = S_1, \quad (13)$$

$$U^2_2(\underline{Y}_{12} + \underline{Y}_{23} + \underline{Y}_{20}) - U_1 U_2 \underline{Y}_{12} - U_3 U_2 \underline{Y}_{13} = S_2. \quad (14)$$

Первые составляющие в левой части (13) и (14) являются собственными мощностями узла, а две другие составляющие – взаимными мощностями. Уравнения (13) и (14) принято называть уравнениями в форме баланса мощностей.

Каждое из этих уравнений может быть разделено на два уравнения в вещественной форме относительно активной и реактивной мощностей, которые принято называть уравнениями в форме баланса мощностей (15)

$$(P_{11} + P_{12} + P_{13}) - P_1 = 0, \quad (15)$$

$$(Q_{11} + Q_{12} + Q_{13}) - Q_1 = 0,$$

$$(P_{22} + P_{21} + P_{23}) - P_2 = 0,$$

$$(Q_{22} + Q_{21} + Q_{23}) - Q_2 = 0.$$

В уравнениях (15) мощности являются функциями напряжений и параметров схемы. Задача расчета установившегося режима заключается в определении напряжений в узлах, при которых ни в одном из узлов небаланс мощности не превышает предварительно заданное достаточно малое значение.

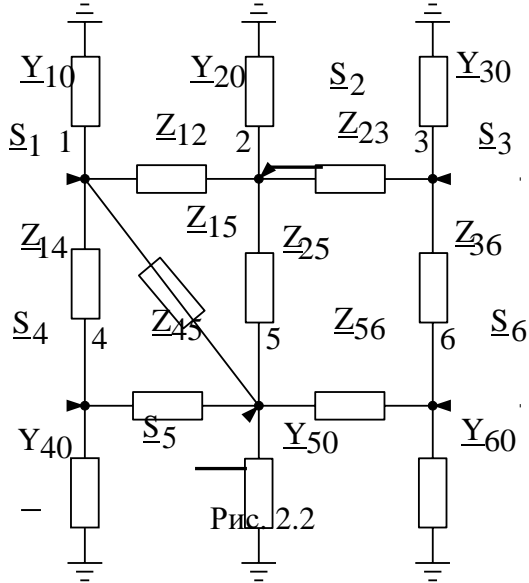
Далее целесообразно рассмотреть вопрос о необходимом количестве задаваемых режимных параметров для получения решения. На данном этапе считаем, что проводимости в узлах \underline{Y}_{10} и \underline{Y}_{20} известны, хотя в общем случае они могут определяться через задаваемые в узлах мощности нагрузок, которые также могут быть функциями напряжений.

Если рассчитываемая схема имеет n узлов, то она описывается $(n - 1)$ уравнением в комплексной форме и $2(n - 1)$ уравнениями в действительной форме. Режим электрической сети будет полностью определен, если в каждом узле известны вещественная и мнимая составляющие напряжения (или модуль и фаза напряжения) и активная и реактивная мощности. По известным напряжениям в узлах могут быть рассчитаны перетоки мощности в ветвях. Таким образом, электрический режим схемы характеризуется $2(n - 1)$ параметром в комплексной форме и $4(n - 1)$ параметром в действительной форме. Следовательно, в каждом узле два режимных параметра должно быть задано, а два оставлено свободными для расчета.

В лабораторной работе считаем заданными для балансирующего узла напряжение \underline{U}_B и угол $\delta_B = 0$. Для остальных узлов считаем заданными активную и реактивную мощности.

2.Задание на лабораторную работу

Исходные данные по вариантам приведены в таблицах 2.1, 2.2, 2.3, рис. 2.2.



- . Рассчитать напряжения в узлах (рис. 2.2) сети переменного тока используя решающий блок **Given Minerr**,
- 2. Рассчитать токи в ветвях.
- . Рассчитать потоки мощности в начале и в конце каждой ветви.
- . Рассчитать потери мощности в ветвях схемы.
- . Сделать проверку результатов по балансу мощностей.

Таблица 1.

№	Сопротивления ветвей, Ом							
	Z_{12}	Z_{23}	Z_{14}	Z_{15}	Z_{25}	Z_{36}	Z_{45}	Z_{56}
1	$10+j200$	∞	$0.1+j0.02$	$20+j120$	$4+j12$	∞	$10+j10$	∞
2	$0.2+j0.03$	$30+j12$	$4+j8$	∞	$1+j6$	$9+j25$	$4+j8$	$9+j25$
3	$4+j12$	$0.1+j0.02$	∞	$9+j25$	$5+j4$	$4+j8$	∞	$10+j20$
4	$12+j20$	$9+j25$	$0.3+j0.01$	$20+j150$	$2+j5$	$1+j12$	$6+j30$	$4+j8$
5	$5+j4$	$1+j6$	∞	$1+j5$	$4+j8$	$2+j20$	∞	$5+j4$
6	$2+j12$	∞	$3+j8$	∞	$0.1+j0.1$	∞	$12+j20$	$10+j5$
7	$4+j8$	$2+j5$	$10+j5$	$30+j10$	$4+j8$	∞	$10+j100$	∞
8	$10+j10$	$2+j9$	∞	$2+j9$	$10+j5$	$3+j30$	∞	$5+j20$
9	$20+j120$	∞	$4+j20$	$1+j6$	$4+j12$	∞	$1+j10$	$0.3+j0.02$
10	$0.1+j0.02$	∞	$2+j9$	$10+j25$	$11+j12$	∞	$10+j5$	∞
11	$1+j8$	$9+j25$	$5+j5$	∞	$9+j25$	$2+j9$	$11+j12$	$5+j4$
12	$4+j12$	$2+j9$	$12+j20$	$20+j12$	∞	$3+j9$	$1+j8$	$7+j8$

Таблица 2.

№	Проводимости ветвей, См					
	Y_{10}	Y_{20}	Y_{30}	Y_{40}	Y_{50}	Y_{60}
1	0.06+j0.1	0	0	0.2+j1.5	0.04+j0.1	0
2	0.07+j0.5	0	0	1+j4	0.03+j0.09	0
3	0.05+j0.3	0.03+j0.09	0	0	0.06+j0.1	0
4	0.02+j0.05	0	0	0.03+j0.09	0.01+j0.09	0
5	0	0.08+j0.08	0.06+j0.1	0	0.07+j0.03	0
6	0.02+j2	0	0	0.02+j0.05	0	0.03+j0.09
7	0.03+j0.09	0.08+j0.8	0.3+j1.7	0	0.06+j0.1	0
8	0	0.06+j0.1	0.07+j0.5	0	0.01+j0.09	0
9	0.01+j0.09	0	0	0.05+j0.7	0.06+j0.1	0.02+j0.05
10	0.06+j0.1	0.07+j0.5	0	0	0.08+j0.8	0
11	0	0.06+j0.1	0.03+j0.9	0	0	0
12	0.01+j0.09	0	0	0.04+j0.1	0.01+j0.09	0

Таблица 2.3

Задающие мощности, МВА							
№	Базовый узел	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
1	4	12-j13	0	0	20 +j45	10-j40	0
2	5	12 - j20	0	0	20+j90	2+j30	0
3	1	10+j65	20+j100	0	0	20 - j30	0
4	5	90+j90	0	0	15+j50	20+j10	0
5	2	0	30+j55	10 - j60	0	0	45+j10
6	4	2+j25	0	0	2+j60	20 - j70	0
7	2	30 - j9	12 +j80	0	0	40-j30	0
8	3	0	50-j50	10+j20	0	62+j20	0
9	4	35-j100	0	0	20+j100	35+j50	0
10	1	35-j100	30-j50	0	0	4+j20	0
11	3	0	20+j75	40-j30	0	10+j20	0
12	4	30+j55	0	0	2+j3	30-j50	0

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

по дисциплине

Аварийные режимы в электротехнических системах

КОМПЛЕКТ ТЕСТОВ для промежуточной аттестации (зачет) по дисциплине

Зачет проводится в виде итогового теста. Для выполнения теста отводится 45 минут.

1. Выбрать правильное определение ГАБАРИТ ЛИНИИ:
 2. Габарит линии – это расстояние между проводами.
 3. Габарит линии – это расстояние от горизонтали крепления провода до низшей точки провода.
 4. Габарит линии – это расстояние от низшей точки провода до горизонтали земли или воды.
-
2. Габарит линии с проводами СИП составляет:
 1. 5 метров.
 2. 3 метра.
 3. 10 метров.
-
3. Выбрать фарфоровый штыревой изолятор:

