

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

Факультет радиофизики, электроники и медицинской техники

Кафедра Электротехники и электроэнергетики

Шмелёв В.Е.

Математические задачи электроэнергетики

Методические указания к самостоятельной работе  
по дисциплине «Математические задачи электроэнергетики» для студентов ВлГУ,  
обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Владимир – 2015

### Задачи для самостоятельного решения с краткими методическими указаниями

1. Имеется однофазный однополупериодный диодный выпрямитель, питаемый от синусоидального источника ЭДС заданной амплитуды. Диод идеальный. Нагрузка – резистор с заданным сопротивлением. Определить комплексные амплитуды 41 гармоник тока. Определить действующее значение тока, средний модуль тока, его максимальное значение, коэффициент формы, коэффициент амплитуды. Записать последовательность вычислительных операторов.

*Краткие указания.* Поскольку диод идеальный, при положительных мгновенных ЭДС источника диод можно рассматривать как элемент с нулевым сопротивлением (замкнутый идеальный ключ). При отрицательных мгновенных ЭДС диод можно рассматривать как разомкнутый ключ. Это означает, что мгновенные значения напряжения на нагрузке равны мгновенным значениям ЭДС источника, умноженным на логическую величину ( $e \geq 0$ ).

2. Имеется однофазный однополупериодный диодный выпрямитель, питаемый от синусоидального источника ЭДС заданной амплитуды. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) диода задана таблично. Нагрузка – резистор с заданным сопротивлением. Определить комплексные амплитуды 41 гармоник тока. Определить действующее значение тока, средний модуль тока, его максимальное значение, коэффициент формы, коэффициент амплитуды. Записать последовательность вычислительных операторов.

*Краткие указания.* Вольт- амперную характеристику диода нужно интерполировать одним из стандартных методов, изученных в дисциплине «Вычислительная математика». Учитывая, что ток диода равен току нагрузки, и оба эти элемента соединены последовательно с источником ЭДС, нужно по второму закону Кирхгофа, закону Ома для нагрузки и вольт- амперной характеристике построить таблично нелинейную характеристику передачи от ЭДС источника к напряжению на нагрузке. Здесь целесообразно, задаваясь значениями тока табличной ВАХ диода, рассчитывать значения напряжения на нагрузке и на источнике ЭДС. Эти два массива напряжений и есть характеристика передачи напряжения. Если её интерполировать на осциллограмму ЭДС, которая дана аналитически (синусоидальная функция времени), то получим осциллограмму выходного напряжения (на нагрузке). Обратите внимание, что неидеальность ВАХ диода в открытом состоянии даёт некоторую потерю напряжения, а значит, и потерю мощности.

3. Имеется трёхфазный однополупериодный (трёхпульсный) диодный выпрямитель, питаемый от синусоидального источника ЭДС заданной амплитуды. Диод идеальный. Нагрузка – резистор с заданным сопротивлением. Определить комплексные амплитуды 41

гармоник тока. Определить действующее значение тока, средний модуль тока, его максимальное значение, коэффициент формы, коэффициент амплитуды. Записать последовательность вычислительных операторов.

*Краткие указания.* Поскольку обратными токами диодов в данной задаче можно пренебречь, трёхфазную систему диодов можно считать аналоговым выделителем верхней «оггибающей» трёх осциллограмм фазных ЭДС. Алгоритмически это можно сделать функцией  $\max$ . Дальше весь анализ можно выполнять так же, как и для однополупериодного однофазного выпрямителя. Для определения, какой диод в рассматриваемый момент времени открыт, нужно функцию  $\max$  вызывать с двумя выходными параметрами.

4. Имеется трёхфазный однополупериодный (трёхпульсный) диодный выпрямитель, питаемый от синусоидального источника ЭДС заданной амплитуды. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) диода задана таблично. Нагрузка – резистор с заданным сопротивлением. Определить комплексные амплитуды 41 гармоник тока. Определить действующее значение тока, средний модуль тока, его максимальное значение, коэффициент формы, коэффициент амплитуды. Записать последовательность вычислительных операторов.

*Краткие указания.* Сначала действия такие же, как в предыдущей задаче. Затем нужно применять стандартные методы численного интегрирования (квадратуры) для усреднения по времени.

5. Имеется трёхфазный двухполупериодный (шестипульсный) диодный выпрямитель, питаемый от синусоидального источника ЭДС заданной амплитуды. Диод идеальный. Нагрузка – резистор с заданным сопротивлением. Определить комплексные амплитуды 41 гармоник тока. Определить действующее значение тока, средний модуль тока, его максимальное значение, коэффициент формы, коэффициент амплитуды. Записать последовательность вычислительных операторов.

*Краткие указания.* Одна тройка диодов выделяет верхнюю «оггибающую» осциллограмм фазных ЭДС, другая тройка – нижнюю «оггибающую». Данную схему можно эквивалентно преобразовать к одноконтурному виду с одной ЭДС, равной в каждый момент времени разности этих двух «оггибающих». В этой схеме с нагрузкой соединены два диода.

6. Имеется трёхфазный двухполупериодный (шестипульсный) диодный выпрямитель, питаемый от синусоидального источника ЭДС заданной амплитуды. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) диода задана таблично. Нагрузка – резистор с заданным сопротивлением. Определить комплексные амплитуды 41 гармоник тока. Определить

действующее значение тока, средний модуль тока, его максимальное значение, коэффициент формы, коэффициент амплитуды. Записать последовательность вычислительных операторов.

7. Суточный график активной мощности потребителей, питаемых от некоторого центра представлен кусочно-постоянной функцией в виде двух одномерных массивов: 1) моментов времени начала частичного интервала (последний элемент – время окончания суточного интервала) и 2) значений активной потребляемой мощности в каждом частичном интервале. Определить отпущенную за сутки электроэнергию, максимальную мощность, время использования максимума, среднюю мощность потребителей, коэффициент максимума, коэффициент заполнения и коэффициент формы графика. Дана суммарная установленная мощность электропотребителей. Определить групповой коэффициент использования и коэффициент спроса. Записать последовательность вычислительных операторов.

8. Для цеха промышленного предприятия имеется перечень электроприёмников, установленные активные мощности которых заданы одномерным массивом. Заданы также массивы коэффициентов спроса и номинальных коэффициентов мощности. Определить расчётную активную, реактивную и полную мощность цеха без учёта осветительной нагрузки. Записать последовательность вычислительных операторов.

9. Имеется однофазный силовой трансформатор, для которого известны стандартные каталожные (паспортные) данные. Дано значение коэффициента мощности активно-индуктивной нагрузки, подключаемой к вторичной цепи трансформатора. Путём моделирования режимов по линейной схеме замещения рассчитать и построить в виде графика зависимость коэффициента полезного действия трансформатора при изменении коэффициента загрузки. Сравнить полученный результат с расчётом мощности потерь по известной эмпирической формуле. Записать последовательность вычислительных операторов.

10. Имеется однофазный силовой трансформатор, для которого известны стандартные каталожные (паспортные) данные. Дано значение коэффициента мощности активно-ёмкостной нагрузки, подключаемой к вторичной цепи трансформатора. Путём моделирования режимов по линейной схеме замещения рассчитать и построить в виде графика зависимость коэффициента полезного действия трансформатора при изменении коэффициента загрузки. Сравнить полученный результат с расчётом мощности потерь по известной эмпирической формуле. Записать последовательность вычислительных операторов.

11. Имеется однофазный силовой трансформатор, для которого известны стандартные каталожные (паспортные) данные. Дано значение коэффициента мощности активно-индуктивной нагрузки, подключаемой к вторичной цепи трансформатора. Путём моделирования режимов по линейной схеме замещения рассчитать и построить в виде графика зависимость коэффициента мощности трансформатора со стороны первичных зажимов при изменении коэффициента загрузки. Сравнить полученный результат с расчётом мощности потерь по известной эмпирической формуле. Записать последовательность вычислительных операторов.

12. Имеется однофазный силовой трансформатор, для которого известны стандартные каталожные (паспортные) данные. Дано значение коэффициента мощности активно-ёмкостной нагрузки, подключаемой к вторичной цепи трансформатора. Путём моделирования режимов по линейной схеме замещения рассчитать и построить в виде графика зависимость коэффициента мощности трансформатора со стороны первичных зажимов при изменении коэффициента загрузки. Сравнить полученный результат с расчётом мощности потерь по известной эмпирической формуле. Записать последовательность вычислительных операторов.

13. Выведите формулу, выражающую комплексный коэффициент электромагнитной связи однофазного силового трансформатора через его паспортные (каталожные) данные.