

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

«14» 04 2021 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине (модулю)

Б1.В.11 Электротехника и промышленная электроника  
(наименование дисциплины (модуля))

18.03.02 «Энерго- ресурсосберегающие процессы в химической тех-  
нологии, нефтехимии и биотехнологии»  
(код и наименование направления подготовки/ специальности)

«Машины и аппараты химических производств»  
(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

бакалавр  
квалификация

заочная  
форма обучения

Нижнекамск, 2021г.

**Оборотная сторона титульного листа**

Составитель ФОС:

Доцент  
(должность)

(подпись)

А.М. Абдуллин  
(Ф.И.О.)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ЭТЭОП,  
протокол № 7 от 19.03. 2021г.

Зав. кафедрой

(подпись)

Е. В. Тумаева  
(Ф.И.О.)

**СОГЛАСОВАНО**

Протокол заседания кафедры МАХП, реализующей подготовку основной образовательной программы  
от 10.03. 2021 г. № 7

Зав. кафедрой

(подпись)

И.А.Сабанаев  
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП Мадыев И.Н., доц. кафедры МАХП НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»  
Ф.И.О., должность, организация, подпись

**Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины**

Компетенция:

ПК-3 - Способен обеспечивать надежную, бесперебойную и безаварийную работу технологического оборудования.

Индикаторы достижения компетенции:

ПК-3.1 - Знает технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, режимы работы и правила эксплуатации технологического оборудования.

ПК-3.2 - Умеет разрабатывать нормативно-техническую документацию по контролю технического состояния, техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования.

ПК-3.3 - Владеет навыками выполнения работ по контролю технического состояния, техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</b> (указать все темы из РПД)				<b>Наименование оценочного средства</b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Курсовой проект (работа)</b>	
ПК-3.1	<b>Тема 1-3, Тема 9</b>	<b>-</b>	<b>Тема 1-3</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Лабораторная работа, контрольная работа, экзамен</b>
ПК-3.2	<b>Тема 1-3, Тема 9</b>	<b>-</b>	<b>Тема 1-3</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Лабораторная работа, контрольная работа, экзамен</b>
ПК-3.3	<b>Тема 1-3, Тема 9</b>	<b>-</b>	<b>Тема 1-3</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Лабораторная работа, контрольная работа, экзамен</b>

***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)***

<b><i>Оценочные средства</i></b>	<b><i>Кол-во</i></b>	<b><i>Min, баллов</i></b>	<b><i>Max, баллов</i></b>
<b><i>Лабораторная работа</i></b>	<b><i>3</i></b>	<b><i>30</i></b>	<b><i>48</i></b>
<b><i>Контрольная работа</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>6</i></b>	<b><i>12</i></b>
<b><i>Экзамен</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>24</i></b>	<b><i>40</i></b>
<b><i>Итого:</i></b>		<b><i>60</i></b>	<b><i>100</i></b>

### *Шкала оценивания*

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (незачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

### Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного сред- ства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Лабораторная работа	Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта. Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы
2.	Контрольная- работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет информационных технологий  
Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки 18.03.02«Энерго- ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/ Программа «Машины и аппараты химических производств»

Учебным планом по направлению подготовки 18.03.02«Энерго- ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Электротехника и промышленная электроника».

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий. Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНОГО ГЕНЕРАТОРА**

**Лабораторная работа №1.** Исследование и расчет линейной электрической цепи с двумя источниками питания.

Теоретические вопросы для подготовки к лабораторной работе:

1. Объяснить следующие понятия: ветвь, узел, контур электрической цепи. Какой контур называется независимым?
2. Какие методы применяются для расчета электрических цепей? Объяснить сущность каждого метода.
3. В чем состоит алгоритм расчета по методу контурных токов?
4. Написать систему контурных уравнений для электрической цепи, содержащей 3 независимых контура.
5. Что называется собственным и взаимным сопротивлением, а также контурной э.д.с.?

**Лабораторная работа №2.** Последовательное соединение приемников однофазного переменного тока. Резонанс напряжений

Теоретические вопросы для подготовки к лабораторной работе:

1. Какие виды сопротивлений существуют в цепях переменного тока?
2. Что такое сдвиг фаз?
3. Чему равны индуктивное и емкостное сопротивления, и в каких единицах их измеряют?
4. Что такое коэффициент мощности?

5. Что такое полное сопротивление цепи, и чему оно равно в случае цепи R–L, R–C.

6. Записать закон Ома для действующих значений однофазной цепи переменного тока.

7. Что такое векторная диаграмма, как она строится для последовательной однофазной цепи переменного тока?

8. Сформулируйте закон Ома для цепи переменного тока с последовательным соединением активного сопротивления, индуктивности и емкости.

9. В какой цепи и при каком условии наступает резонанс напряжений?

10. Объясните энергетические процессы, протекающие в электрической цепи при резонансе напряжений.

11. Объясните, почему при резонансе напряжений ток в цепи максимален? Почему сдвиг фаз  $\varphi$  равен нулю?

12. К каким аварийным последствиям может привести резонанс напряжений в электрических цепях?

### **Лабораторная работа №3. Определение параметров и исследование режимов работы трехфазной цепи при соединении потребителей «звездой»**

Теоретические вопросы для подготовки к лабораторной работе:

1. Нарисовать электрическую схему соединения трех однофазных приемников «звездой», обозначить все токи и напряжения.

2. Чем отличается симметричная нагрузка от несимметричной?

3. Какие два вида напряжений и токов различают в трехфазных цепях? Дать их определение.

4. Какие существуют соотношения между линейными и фазными напряжениями при соединении приемников «звездой»?

5. Каковы соотношения между линейными и фазными напряжениями при соединении приемников «звездой» в случае симметричной нагрузки?

6. Докажите, что в трехфазной цепи при соединении потребителей «звездой» сумма линейных напряжений всегда равна нулю.

7. Какова роль нулевого провода в четырехпроводной трехфазной цепи?

8. Как определить силу тока в нулевом проводе, если известна сила тока в каждой из фаз?

9. Объяснить построение векторных диаграмм при различных видах нагрузки.

Материалы лабораторных работ приведены в учебно-методическом пособии, разработанном на кафедре ЭТЭОП:

Электрические цепи постоянного и переменного тока: учебно-методическое пособие / А.М.Абдуллин, НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ». Нижнекамск: Нижнекамский химико-технологический институт, 2019. - 80с.



### Критерии оценки лабораторных работ

При подготовке к лабораторной работе по дисциплине «Электротехника и промышленная электроника» студент должен выполнить следующие виды работ:

Виды работ	Минимальный балл	Максимальный балл
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	2	4
Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	2	2
Выполнение необходимого эксперимента	2	4
Обработка результатов исследования, построение графиков	2	4
Анализ результатов исследования и вывод по работе	2	4
<b>ИТОГО :</b>	<b>10</b>	<b>18</b>

Таким образом, каждая лабораторная работа оценивается минимум в 10 баллов, максимум в 18 баллов. После выполнения всех работ рассчитывается итоговый балл по данному оценочному средству, как среднее арифметическое по всем лабораторным работам.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет информационных технологий  
Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки 18.03.02«Энерго- ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/ Программа «Машины и аппараты химических производств»

**Комплект заданий для контрольной работы**  
по дисциплине «Электротехника и промышленная электроника»

**1. РАСЧЕТ ЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ  
ПОСТОЯННОГО ТОКА**

**Цель работы:** теоретическое изучение методов анализа сложных электрических цепей постоянного тока.

**Задание 1.1.**

Для одной из схем (рис.1.1 - 1.4) требуется:

- 1) определить токи в ветвях с помощью уравнений, составленных по законам Кирхгофа;
  - 2) определить токи в ветвях методом контурных токов;
  - 3) определить показания вольтметра.
- Номер схемы выбирается студентом самостоятельно.

*Таблица 1.1*

Вариант	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$
1	-	-	+	+	-	+
2	+	-	-	+	-	+
3	-	-	+	+	-	-
4	+	-	-	+	+	-
5	-	+	-	+	+	-
6	+	+	-	+	-	-
7	+	+	-	-	+	-
8	-	+	+	-	+	-
9	-	+	+	-	-	+
10	+	-	+	-	-	+

Таблица 1.2

Вариант	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$
1	-42	14	-43	56	36	49	93	16	31	58	10	46
2	30	45	11	-55	75	10	11	75	48	35	63	87
3	23	44	54	10	19	-41	39	43	34	91	26	79
4	80	-53	19	35	-29	27	96	16	85	40	62	91
5	16	12	39	18	25	48	77	12	69	70	84	49
6	40	-44	19	-50	17	51	87	81	27	37	12	78
7	45	33	-48	51	22	-42	12	95	11	18	17	46
8	25	-13	44	-49	24	41	42	23	20	73	65	94
9	47	11	19	-29	-51	31	66	68	58	34	18	96
10	-31	26	30	38	20	-39	89	15	40	24	48	30

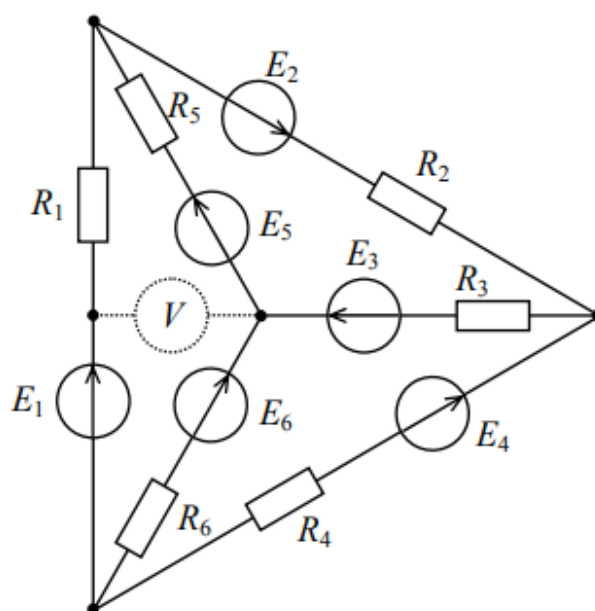


Рис. 1.1

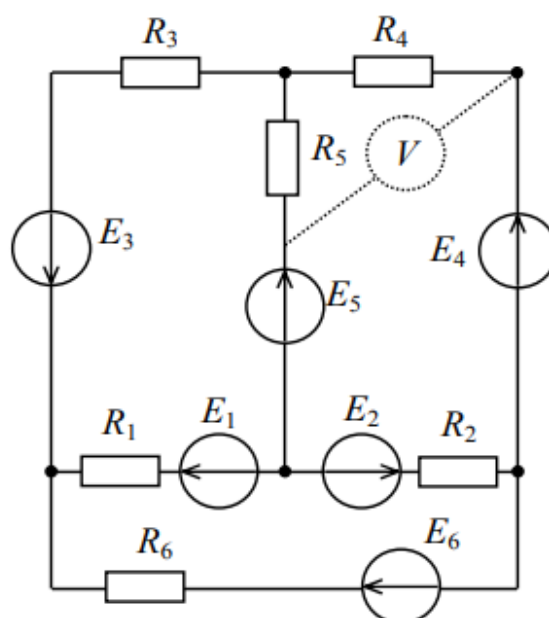


Рис. 1.2

**Примечание:** Сопротивления заданы в омах [Ом], э.д.с. источников в вольтах (В).

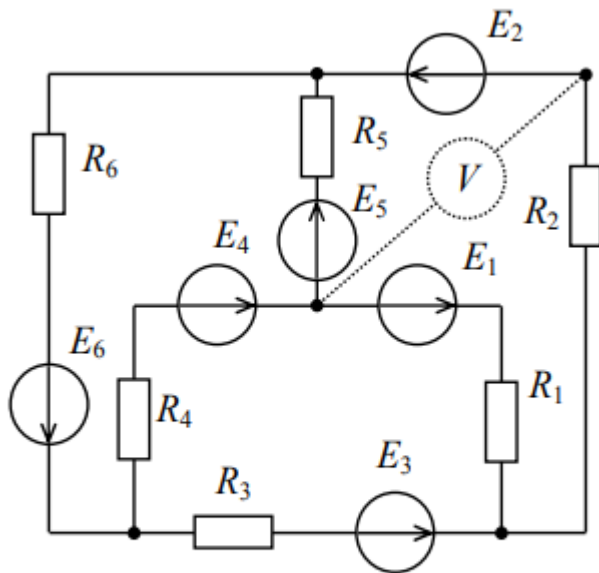


Рис. 1.3

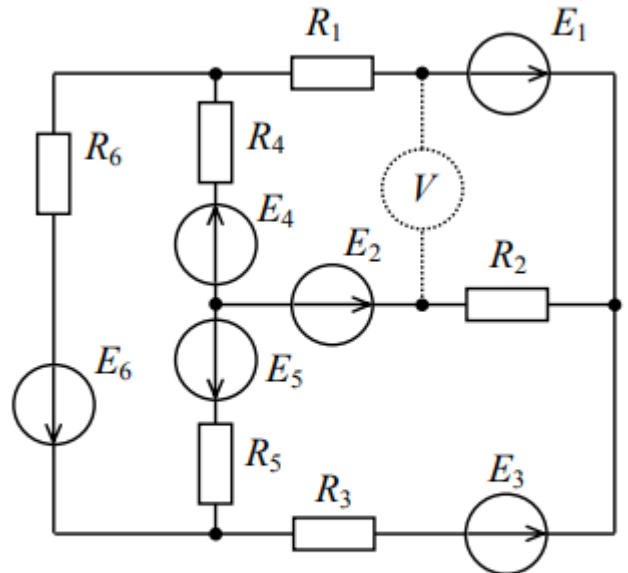


Рис. 1.4

## 2. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ОДНОФАЗНОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

**Цель работы:** исследование работы электрической цепи синусоидального тока с параллельным соединением ветвей и повышение коэффициента мощности цепи.

### Задание 2.1.

В сеть включены по приведенной схеме две ветви (рис. 2.1).

Требуется:

- 1) определить показания приборов;
- 2) вычислить полную, активную и реактивную мощность цепи;
- 3) построить векторную диаграмму токов и напряжений.

Характеристики сети и параметров элементов ветвей определяются из таблиц 2.1 и 2.2.

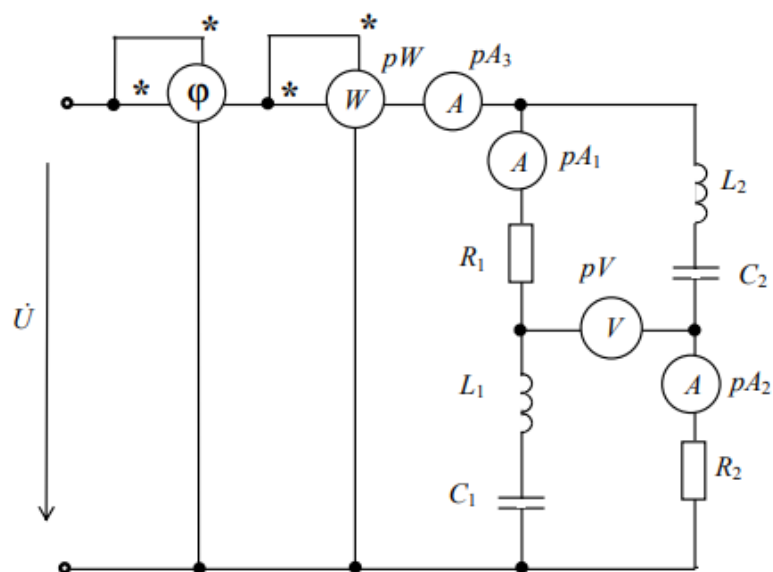


Рис. 2.1

Таблица 2.1

Вариант	$U$	$f$	$R_1$	$L_1$	$C_1$	$R_2$	$L_2$	$C_2$
1	220	70	+	+	-	-	-	+
2	127	60	-	+	+	+	+	-
3	127	80	+	+	+	-	-	+
4	220	90	-	+	-	+	+	+
5	100	100	+	-	+	+	-	-
6	150	120	+	-	+	-	-	+
7	200	400	+	+	-	-	+	+
8	140	120	-	-	+	+	-	+
9	160	70	-	+	+	+	+	+
10	170	50	+	+	+	-	+	-

**Примечание:** Сопротивления заданы в омах [Ом], индуктивности в миллигенри [мГн], емкости в микрофарадах [мкФ], частота в герцах (Гц).

Таблица 2.2

Вариант	$R_1$	$L_1$	$C_1$	$R_2$	$L_2$	$C_2$
1	56	114	49	58	460	16
2	55	450	10	35	870	75
3	10	440	41	91	790	43
4	35	153	27	40	91	16
5	18	102	48	70	490	12
6	50	404	51	37	178	81
7	51	330	42	18	146	95
8	49	130	41	73	94	23
9	29	110	31	34	196	68
10	38	260	39	24	300	15

### 3. РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ

**Цель работы:** исследование трехфазной электрической цепи при различных режимах работы приемников, соединенных звездой и треугольником, приобретение навыков построения векторных диаграмм токов и напряжений.

#### Задание 3.1

В трехфазную сеть включены однофазные приемники, которые образуют симметричную и несимметричную нагрузки (рис. 3.1.). При заданном напряжении сети и параметрах приемников требуется:

- 1) составить схему включения приемников;
- 2) определить линейные и фазные токи в каждом трехфазном приемнике;
- 3) построить векторные диаграммы токов и напряжений каждого приемника;
- 4) определить активную и реактивную мощности каждого приемника;

**Примечание:** при симметричной нагрузке, включенной по схеме «звезда», нейтральный провод отсутствует и все элементы фаз одинаковы. Сопротивления заданы в омах [Ом], индуктивности в миллигенри [мГн], емкости в микрофарадах [мкФ], частота в герцах (Гц).

Таблица 3.1

Вар.		Сх.	$U_{\text{сети}}$	$R_1$	$L_1$	$C_1$	$R_2$	$L_2$	$C_2$	$R_3$	$L_3$	$C_3$
1	Симметр.	Y	220	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	Не симметр.	$\Delta$		+	+	-	+	-	+	+	+	-
2	Симметр.	Y	380	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	Не симметр.	$\Delta$		+	+	-	+	-	+	+	+	-
3	Симметр.	Y	660	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	Не симметр.	$\Delta$		+	+	-	+	-	+	+	+	-
4	Симметр.	Y	127	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	Не симметр.	$\Delta$		+	+	-	+	-	+	+	+	-
5	Симметр.	$\Delta$	220	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	Не симметр.	Y		+	+	-	+	-	+	+	+	-
6	Симметр.	$\Delta$	380	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	Не симметр.	Y		+	+	-	+	-	+	+	+	-
7	Симметр.	$\Delta$	660	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	Не симметр.	Y		+	+	-	+	-	+	+	+	-
8	Симметр.	$\Delta$	127	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	Не симметр.	Y		+	+	-	+	-	+	+	+	-
9	Симметр.	$\Delta$	220	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	Не симметр.	Y		+	+	-	+	-	+	+	+	-
10	Симметр.	$\Delta$	380	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	Не симметр.	Y		+	+	-	+	-	+	+	+	-

Таблица 3.2

Вариант	$R_1$	$L_1$	$C_1$	$R_2$	$L_2$	$C_2$	$R_3$	$L_3$	$C_3$
1	58	460	16	11	175	48	56	114	49
2	35	870	75	27	280	142	55	450	10
3	91	790	43	77	120	69	10	440	41
4	40	91	16	37	120	83	35	153	27
5	70	490	12	42	93	44	18	102	48
6	37	178	81	33	192	61	50	404	51
7	18	146	95	73	165	94	51	330	42
8	73	94	23	97	489	88	49	130	41
9	34	196	68	39	577	27	29	110	31
10	24	300	15	22	210	120	38	260	39

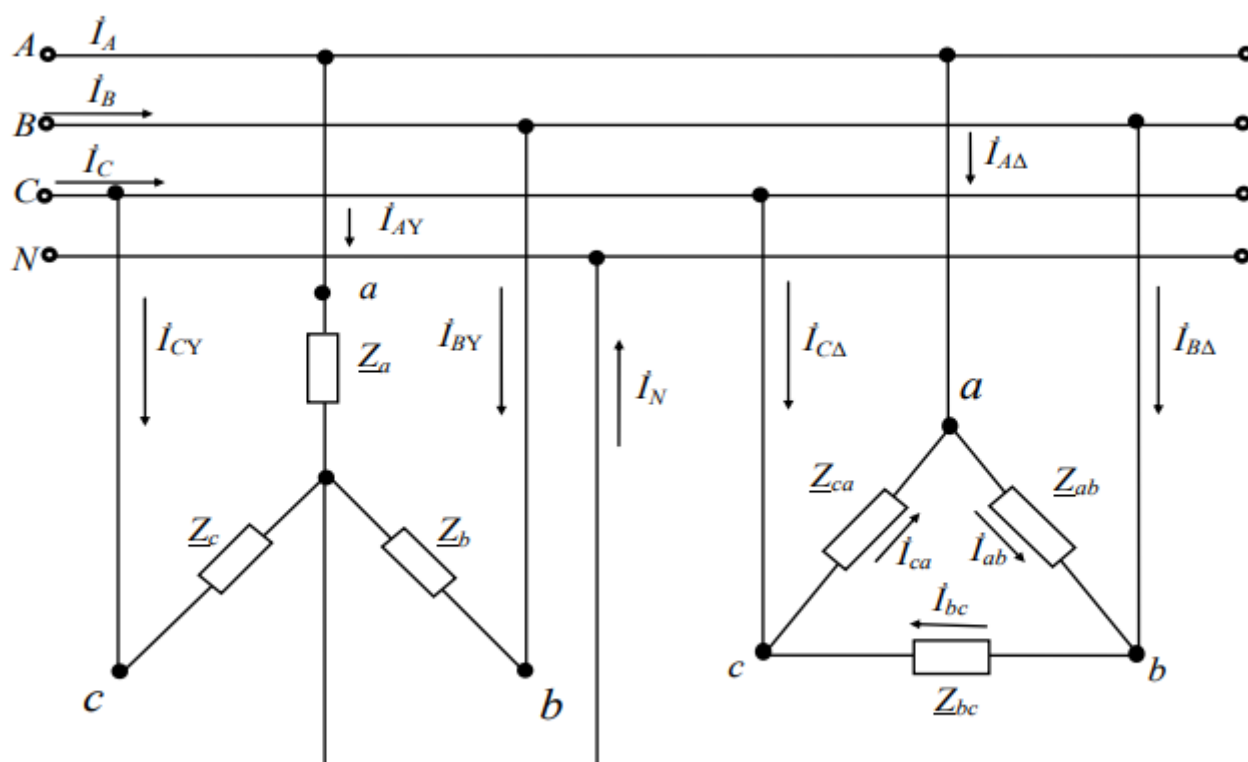


Рис. 3.1

Расчетно-графическая работа выполняется в 3 семестре. Максимальный балл за расчетно-графическую работу - 12, минимальный балл - 6.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет информационных технологий*  
*Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- ресурсосберегающие процес-  
сы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/ Программа «Машины и аппараты химических производств»

Список экзаменационных вопросов по дисциплине  
«Электротехника и промышленная электроника»

1. Переменный синусоидальный ток. Формы представления синусоидальных величин. Параметры синусоидальных величин.
2. Расчет неразветвленной цепи  $R, L, C$  при подключении ее к сети переменного тока.
3. Трансформаторы. Принцип работы. Конструкция. Назначение.
4. Мощность симметричной и несимметричной трехфазной цепи.
5. Основные характеристики трансформатора.
6. Явление резонанса напряжений и токов в цепях переменного тока.
7. Переменный синусоидальный ток. Разветвленная цепь с  $R, L, C$  элементами.
8. Двигатели постоянного тока. Назначение, конструкция, принцип работы.
9. Трехфазные цепи. Расчет токов при несимметричной нагрузке при соединении треугольником.
10. Трехфазные цепи. Основные понятия. Достоинства. Формы представления
11. Мощность переменного тока
12. Несимметричная трехфазная цепь, соединенная звездой с нейтральным проводом.
13. Несимметричная трехфазная цепь, соединенная треугольником. Векторная диаграмма.
14. Симметричная трехфазная цепь при соединении звездой и треугольником. Векторные диаграммы.
15. Потери в трансформаторе. Способы определения потерь.
16. Расчет электрических цепей, условие допустимой потери напряжения.
17. Треугольники сопротивления, токов, напряжения мощностей в цепях с  $R, L, C$ .
18. Методы расчета разветвленных электрических цепей.
19. Трехфазные цепи. Мощность при симметричной и несимметричной нагрузках.
20. Трехфазные синхронные машины. Назначение, конструкция.
21. Трехфазные цепи. Соединение треугольником. Расчет токов.
22. Трехфазные цепи. Соединение звездой. Определение токов.
23. Трехфазные цепи. Достоинства. Формы представления.
24. Процессы в  $p-n$  переходе. Полупроводниковый диод.
25. Тиристор. Устройство, назначение.
26. Биполярный транзистор. Входные характеристики в схеме с ОЭ.
27. Коэффициент сглаживания сглаживающих фильтров. Однополупериодный выпрямитель.
28. Двухполупериодный мостовой выпрямитель.
29. Биполярный транзистор. Входные и выходные характеристики в схеме с ОЭ.
30. Полевой транзистор. Входные и выходные характеристики.
31. Коэффициент сглаживания фильтра. Индуктивный сглаживающий фильтр.



32. Коэффициент сглаживания емкостного фильтра. Емкостной сглаживающий фильтр.
33. Способы обеспечения р и n проводимости полупроводниковых материалов.
34. h-параметры транзисторов.

*Максимальный балл за экзамен составляет **40**, минимальный балл - **24**.*