

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Некоммерческое АО «Алматинский университет энергетики и связи»  
Институт электроэнергетики и электротехники  
Кафедра «Электротехника»

«Утверждаю»

Директор ИЭЭЭТ

\_\_\_\_\_ Ж. С. Абдимуратов

25 июня 2019 г.

Силлабус дисциплины

**ТОЕ 2207 – Теоретические основы электротехники**

для специальности бакалавриата 5В070200 – Автоматизация и управление

Курс	2
Семестр	3
Всего кредитов	7
Всего кредитов ECTS	7
Всего часов	210
В том числе:	
Лекции	15
Лабораторные занятия	30
Практические занятия	15
Экзамен	6
СРО	144
В том числе СРСП	10
Курсовая работа	1

Алматы 2019 г.

Силлабус составил доцент А. С. Баймаганов на основании рабочей программы дисциплины ТОЕ 2207 для специальности бакалавриата 5В070200 – Автоматизация и управление.

Силлабус рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Электротехника» протокол № 10 от 24.06.2019 г.

Зав. кафедрой ЭТ

З. И. Жолдыбаева

Силлабус рассмотрен и утвержден на заседании учебно-методического совета Института электроэнергетики и электротехники, протокол № 6 от 25.06.2019 г.

### **1. Преподаватель:**

Алиаскар Саинович Баймаганов, доцент кафедры «Электротехника» (ЭТ), научно-педагогический стаж – 40 лет.

Кафедра «Электротехника» находится в аудитории Д-204.

Контактная инф.: тел.: +7 (727) 292 54 55, email: [kaf.et@aes.kz](mailto:kaf.et@aes.kz)

**2. Время и место проведения аудиторных занятий** курса указано в расписании учебных занятий, **график консультаций СРСР** размещен на досках объявлений института систем управления и информационных технологий (Д-309) и кафедры ЭТ (Д-204).

### **3. Характеристика учебной дисциплины**

**3.1 Цель дисциплины** – изучение установившихся и переходных процессов в линейных электрических цепях. Курс содержит также общую теорию линейных и нелинейных цепей и инженерные методы их расчета и анализа.

**3.2 Задачи дисциплины** – изучение основных законов и методов расчета электрических цепей постоянного тока и синусоидального тока, четырехполюсников, трехфазных цепей, электрических цепей несинусоидального тока, переходных процессов в линейных электрических цепях, нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей при постоянных токах и напряжениях, переменное магнитное поле.

### **3.3 Описание дисциплины**

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» предназначена для студентов специальности 5В070200 – Автоматизация и управление, является базовой и относится к модулю МАУ-07 «Физика и электроника».

Дисциплина ТОЭ ставит целью научить студентов пользоваться основными законами и методами расчета электрических цепей.

По окончании курса «Теоретические основы электротехники» студент должен:

#### **иметь представление:**

- о цепях постоянного тока и синусоидального тока;
- о различных режимах в трехфазных цепях;
- о переходных процессах в электрических цепях;
- об особенностях расчета электрических цепей несинусоидального тока.

#### **знать:**

- методы расчета электрических цепей постоянного, синусоидального и несинусоидального тока;
- методы расчета трехфазных цепей;
- основные методы расчета переходных процессов в электрических цепях;

- основные законы теории электромагнитного поля;
- расчет магнитных цепей.

**уметь:**

- применять классический, операторный и спектральный методы расчета переходных процессов и интеграл Дюамеля.
- проводить эксперименты, работать с контрольно-измерительными приборами, расчет и обработку полученных результатов.

**3.4 Пререквизиты:** Математика I, Математика II, Физика I, Физика II, ТОЭ.

**3.5 Постреквизиты дисциплины:** Линейные системы автоматического регулирования, нелинейные системы автоматического регулирования.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Теоретическая подготовка (15 часов)

№	Тема	Источник
1	Электрические цепи постоянного тока – 2 часа Элементы электрических цепей. Эквивалентные схемы для источников электрической энергии. Закон Ома для участка цепи с ЭДС. Баланс мощности. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Уравнения состояния цепи в матричной форме. Преобразования линейных электрических схем. Основные свойства электрических цепей. Принцип наложения, свойство взаимности, входные и взаимные проводимости ветвей. Теорема о компенсации. Линейные соотношения между напряжениями и токами. Общие сведения о двухполюсниках. Применение компьютерных технологий для анализа электрических цепей.	Конспект, Л. 3, 4, 5,6
2	Теория линейных электрических цепей синусоидального тока – 3 часа Основные понятия однофазного синусоидального тока. Средние и действующие значения тока, ЭДС, напряжения. Синусоидальный ток в сопротивлении, индуктивности и емкости. Представление синусоидальных функций в виде проекций вращающихся векторов. Последовательное соединение сопротивления, индуктивности, емкости. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Векторная и топографическая диаграммы. Мощности в цепях синусоидального тока. Баланс мощностей. Расчет разветвленных цепей при синусоидальных токах. Резонансные явления в электрических цепях. Резонанс напряжений. Частотные характеристики. Резонанс в	Конспект, Л. 3, 4, 5,6

№	Тема	Источник
	сложных цепях. Резонанс токов. Индуктивно связанные элементы. ЭДС взаимной индукции. Последовательное соединение индуктивно связанных элементов цепи. Параллельное соединение индуктивно связанных элементов цепи. Расчеты разветвленных цепей при наличии индуктивных связей. Компьютерное моделирование цепей синусоидального тока.	
3	Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами и методы расчета – 3 часа Возникновение переходных процессов и законы коммутации. Переходный, принужденный и свободный процессы. Короткое замыкание $RL$ -цепи. Включение цепи $RL$ -цепи на постоянное и синусоидальное напряжение. Переходные процессы в неразветвленной $RLC$ -цепи. Аперiodический разряд конденсатора. Предельный случай аперiodического разряда конденсатора. Периодический (колебательный) разряд конденсатора. Включение $RLC$ -цепи на постоянное напряжение. Общий случай расчета переходных процессов классическим методом. Включение пассивного двухполюсника на напряжение любой формы. Применение преобразования Лапласа к расчету переходных процессов. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Эквивалентные операторные схемы. Спектральный метод расчета переходных процессов.	Конспект, Л. 3, 4, 5,6
4	Расчет трехфазных электрических цепей – 1 час Понятия о многофазных источниках питания и многофазных цепях. Соединения звездой и треугольником. Симметричный режим трехфазной цепи. Расчет симметричных режимов трехфазных цепей с различными схемами соединений. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей со статической нагрузкой. Расчет аварийных режимов трехфазных цепей со статической нагрузкой. Измерение мощности в трехфазных цепях. Вращающееся магнитное поле.	Конспект, Л. 3, 4, 5,6
5	Расчет электрических цепей при несинусоидальных периодических ЭДС, напряжениях и токах – 1 час Несинусоидальные ЭДС, напряжение и токи. Разложение периодической несинусоидальной кривой в тригонометрический ряд. Максимальные действующие и средние значения несинусоидальных периодических ЭДС, напряжений и токов. Расчет цепей с несинусоидальными периодическими ЭДС и токами. Расчет мощностей при периодических несинусоидальных токах.	Конспект, Л. 3, 4, 5,6

№	Тема	Источник
6	Нелинейные элементы и нелинейные эл. цепи – 1 час Элементы и эквивалентные схемы простейших нелинейных цепей. Графический метод расчета неразветвленных цепей с нелинейными элементами. Графический метод расчета цепей с параллельным соединением нелинейных элементов. Графический метод расчета цепей со смешанным соединением нелинейных и линейных элементов. Вольтамперные характеристики нелинейных активных двухполюсников. Примеры расчета разветвленных электрических цепей с нелинейными элементами. Применение теории активных двухполюсников для расчета цепей с линейными и нелинейными элементами.	Конспект, Л. 3, 4, 5,6
7	Четырехполюсники и электрические фильтры. – 1 час. Введение. Основные понятия.	Конспект, Л. 3, 4, 5,6
8	Цепи с распределенными параметрами – 1 час Четырехполюсники и электрические фильтры Электрические цепи с распределенными параметрами Введение. Основные понятия.	Конспект, Л. 3, 4, 5,6
9	Магнитные цепи при постоянных токах и напряжениях и методы их расчета – 1 час. Основные понятия и законы магнитных цепей. Расчет неразветвленных магнитных цепей. Расчет разветвленных магнитных цепей.	Конспект, Л. 3, 4, 5,6
10	Основные понятия и законы электромагнитного поля – 1 час. Основные уравнения, законы и методы расчета.	Конспект, Л. 3, 4, 5,6

## 4.2 Практическая подготовка

### 4.2.1 Примерный перечень лабораторных работ (30 часов)

№	Тема	Источник
1	Исследование линейной электрической цепи постоянного тока (6 часов)	Конспект, Л. 1
2	Исследование разветвленной цепи однофазного синусоидального тока (6 часов)	Конспект, Л. 1
3	Резонанс напряжений (4 часа)	Конспект, Л. 1
4	Переходные процессы в цепях первого и второго порядка (6 часов)	Конспект, Л. 1
5	Исследование трехфазной цепи при соединении фаз источника и приемника звездой (4 часа)	Конспект, Л.1.
6	Исследование электрической цепи постоянного тока с нелинейными элементами (4 часа)	Конспект, Л.1.

#### 4.2.2 Тематика практических занятий (15 часов)

№	Тема	Источник
1	Преобразование линейных электрических цепей. Расчет эквивалентных сопротивлений. Составление уравнений по законам Кирхгофа (1 час)	Конспект, Л. 2, 9
2	Расчет цепей методами контурных токов и узловых потенциалов (2 часа)	Конспект, Л. 2, 9
3	Расчет цепей синусоидального тока (4 часа)	Конспект, Л. 2, 9
4	Построение векторных и топографических диаграмм (2 часа)	Конспект, Л. 2, 9
5	Расчет переходных процессов классическим методом (2 часа)	Конспект, Л. 2, 9
6	Расчет переходных процессов операторным методом (2 часа)	Конспект, Л. 2, 9
7	Расчет реакции цепи на импульсное воздействие с помощью интеграла Дюамеля (1 час)	Конспект, Л. 2, 9
8	Спектральный метод расчета реакции цепи на импульсное воздействие (1 час)	Конспект, Л. 2, 9

#### 4.3 Курсовая работа

Тема: «Расчет переходных процессов в линейной электрической цепи классическим и операторным методами».

Курсовая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями [2]. Задание выдается на первой неделе, срок сдачи полностью оформленной курсовой работы – 12 неделя. Защита проводится путем проведения двух рубежных контрольных работ.

#### 4.4 Тематика СРО (144 часа)

4.4.1 Электрические цепи постоянного тока

4.4.2 Теория линейных электрических цепей синусоидального тока.

4.4.3 Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами и методы их расчета.

4.4.4 Расчет трехфазных цепей.

4.4.5 Нелинейные элементы электрической цепи.

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает выполнение курсовой работы, подготовку к выполнению лабораторных работ, оформление отчетов по выполненным лабораторным работам, подготовку к защите курсовой работы и лабораторных работ.

Самостоятельная работа студента под руководством преподавателя (СРСП) проводится в соответствии с расписанием консультаций и включает консультации по выполнению курсовой работы, защиту курсовой работы и отчетов по лабораторным работам, проведение контрольных работ.

## **5. Перечень вопросов для промежуточного и итогового контроля**

1. Элементы электрических цепей.
2. Эквивалентные схемы для источников электрической энергии.
3. Закон Ома для участка цепи с ЭДС.
4. Баланс мощностей.
5. Метод контурных токов.
6. Метод узловых потенциалов.
7. Уравнения состояния цепи в матричной форме.
8. Преобразования линейных электрических схем.
9. Основные свойства электрических цепей.
10. Принцип наложения, свойство взаимности, входные и взаимные проводимости ветвей.
11. Теорема о компенсации.
12. Линейные соотношения между напряжениями и токами.
13. Применение топологических методов для расчета линейных электрических цепей.
14. Общие сведения о двухполюсниках.
15. Применение компьютерных технологий для анализа электрических цепей.
16. Основные понятия однофазного синусоидального тока.
17. Средние и действующие значения тока, ЭДС, напряжения.
18. Синусоидальный ток в сопротивлении, индуктивности и емкости.
19. Представление синусоидальных функций в виде проекций вращающихся векторов.
20. Последовательное соединение сопротивления, индуктивности, емкости.
21. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.
22. Векторная и топографическая диаграммы.
23. Мощности в цепях синусоидального тока.
24. Баланс мощностей.
25. Расчет разветвленных цепей при синусоидальных токах.
26. Резонансные явления в электрических цепях.
27. Резонанс напряжений.
28. Частотные характеристики.
29. Резонанс токов.
30. Индуктивно связанные элементы.
31. ЭДС взаимной индукции.
32. Последовательное соединение индуктивно связанных элементов цепи.



33. Параллельное соединение индуктивно связанных элементов цепи.
34. Расчеты разветвленных цепей при наличии индуктивных связей.
35. Компьютерное моделирование цепей синусоидального тока.
36. Понятия о многофазных источниках питания и многофазных цепях.
37. Соединения звездой и треугольником.
38. Симметричный режим трехфазной цепи.
39. Расчет симметричных режимов трехфазных цепей с различными схемами соединений.
40. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей со статической нагрузкой.
41. Измерение мощности в трехфазных цепях.
42. Вращающееся магнитное поле.
43. Несинусоидальные ЭДС, напряжение и токи.
44. Разложение периодической несинусоидальной кривой в тригонометрический ряд.
45. Максимальные действующие и средние значения несинусоидальных периодических ЭДС, напряжений и токов.
46. Расчет цепей с несинусоидальными периодическими ЭДС и токами.
47. Мощность периодических несинусоидальных токов.
48. Возникновение переходных процессов и законы коммутации.
49. Переходный, принужденный и свободный процессы.
50. Короткое замыкание  $RL$ -цепи.
51. Включение  $RL$ -цепи на постоянное напряжение.
52. Включение  $RL$ -цепи на синусоидальное напряжение.
53. Переходные процессы в неразветвленной  $RLC$ -цепи.
54. Аперiodический разряд конденсатора.
55. Предельный случай аперiodического разряда конденсатора.
56. Периодический (колебательный) разряд конденсатора.
57. Включение  $RLC$ -цепи на постоянное напряжение.
58. Порядок расчета переходных процессов классическим методом.
59. Реакция пассивного двухполюсника на импульсное воздействие на ее вход (применение интеграла Дюамеля).
60. Включение пассивного двухполюсника на напряжение любой формы.
61. Применение преобразования Лапласа к расчету переходных процессов.
62. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.
63. Эквивалентные операторные схемы.
64. Спектральный метод расчета переходных процессов.
65. Элементы и эквивалентные схемы простейших нелинейных цепей.

66.Графический метод расчета неразветвленных цепей с нелинейными элементами.

67.Графический метод расчета цепей с параллельным соединением нелинейных элементов.

68.Графический метод расчета цепей со смешанным соединением нелинейных и линейных элементов.

69.Вольтамперные характеристики нелинейных активных двухполюсников.

70.Примеры расчета разветвленных электрических цепей с нелинейными элементами.

71.Применение теории активных двухполюсников для расчета цепей с линейными и нелинейными элементами.

72.Основные понятия и законы магнитных цепей.

73.Расчет неразветвленных магнитных цепей.

74.Расчет разветвленных магнитных цепей.

## **6. Информация по оценке достижений студентов**

### **6.1. Система оценивания**

Оценка рейтинга допуска (РД) накапливается Вами в течение семестра и включает в себя все виды учебной работы и рубежный контроль. Каждый вид учебной работы оценивается по 100-балльной шкале и включается в среднюю оценку текущего контроля (Ср). Если  $Cp < 50 \%$  рейтинг допуска не рассчитывается.

Рубежный контроль (РК) проводится два раза в семестр ( $PK1$  и  $PK2$ ) в соответствии с академическим календарем. Каждый РК ( $PK1$  и  $PK2$ ) оценивается по 100-балльной шкале.

Рейтинг допуска рассчитывается информационной системой PLATONUS по формуле:

$$PД = \frac{PK1 + PK2}{2} \times 0.2 + Cp \times 0.8.$$

Итоговая оценка по дисциплине выводится, как

$$И = 0.6 \times PД + 0.4 \times Э,$$

где Э – оценка на экзамене.

Уровень Ваших достижений по программе курса оценивается по шкале итоговых оценок, принятой в кредитной технологии обучения (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Шкала итоговых оценок по кредитной технологии обучения

Оценка по буквенной системе	Баллы	Процентное содержание, %	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A–	3,67	90-94	Отлично
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	Хорошо
B–	2,67	75-79	Хорошо
C+	2,33	70-74	Хорошо
C	2,0	65-69	Удовлетворительно
C–	1,67	60-64	Удовлетворительно
D+	1,33	55-59	Удовлетворительно
D–	1,0	50-54	Удовлетворительно
F	0	0-49	Неудовлетворительно

## 6.2 Политика выставления баллов

Все указанные оценочные баллы являются максимальными. Они проставляются при условии ритмичного выполнения и высокого качества работы. Оценочные баллы тестирования и посещения лекционных занятий проставляются в зависимости от числа правильных ответов и числа пропущенных занятий.

## 6.3 Перевод оценок при организации академической мобильности обучающихся университета

Перевод оценок по ECTS (Европейская система трансферта (перевода) и накопления кредитов) в балльно-рейтинговую буквенную систему оценки учебных достижений обучающегося РК и обратно осуществляется согласно таблицам 6.2 и 6.3.

Таблица 6.2 – Перевод оценок по ECTS в балльно-рейтинговую буквенную систему оценки учебных достижений обучающихся РК

Оценка по ECTS	Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент баллов	Процентное содержание	Оценка по традиционной системе
A	A	4,0	100	Отлично
B	B+	3,33	85	Хорошо
C	B	3,0	80	
D	C	2,0	65	Удовлетворительно
E	D	1,0	50	
FX, F	F	0	0	Неудовлетворительно

Таблица 6.3 – Перевод оценок балльно-рейтинговой буквенной системы РК в оценки по ECTS

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент баллов	Процентное содержание	Оценка по традиционной системе	Оценка по ECTS
A	4,0	95-100	Отлично	A
A-	3,67	90-94		
B+	3,33	85-89	Хорошо	B
B	3,0	80-84	Хорошо	C
B-	2,67	75-79		
C+	2,33	70-74		
C	2,0	65-69	Удовлетворительно	D
C-	1,67	60-64		
D+	1,33	55-59		
D	1,0	50-54	Удовлетворительно	E
F	0	0-49	Неудовлетворительно	FX, F

### 7. Политика курса:

- не опаздывать и не пропускать занятия;
- внимательно отслеживать предлагаемый преподавателем сценарий занятия, активно участвовать в нем;
- отрабатывать лабораторные занятия, пропущенные по уважительной причине (при наличии допуска из деканата);
- самостоятельно заниматься в библиотеке и дома;
- своевременно выполнять и защищать расчетно-графические работы.

### 8. Нормы академической этики:

- дисциплинированность;
- воспитанность;
- доброжелательность;
- честность;
- ответственность;
- работать в аудитории с отключенными сотовыми телефонами.

Конфликтные ситуации должны открыто обсуждаться в учебных группах с преподавателем, эдвайзером, а в случае неразрешимости конфликта доводиться до сотрудников деканата.

## 9. Список литературы

### Основная литература:

- 1 С. Ю. Креслина, А. Т. Аршабекова. Теоретические основы электротехники. Методические указания и задания по выполнению лабораторных работ для специальности 5В070200 – Автоматизация и управление. – Алматы: АУЭС, 2014. – 34 с.
- 2 С. Ю. Креслина, А. Т. Аршабекова. Теоретические основы электротехники. Методические указания и задания к курсовой работе для студентов специальности 5В070200 – Автоматизация и управление. – Алматы: АУЭС, 2013. – 12 с.
- 3 Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. – М.: Гардарики, 2013. – 638 с.
- 4 К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин. ТОЭ: В 3-х т. Учебник для вузов. Спб.: Питер, 2006.
- 5 В.И. Денисенко, Г.М. Светашев, С.Ю. Креслина. ТОЭ2. Конспект лекций (для бакалавриата 050702 – Автоматизация и управление). Алматы: АИЭС, 2009. – 62 с.
- 6 В.И. Денисенко, С.Ю. Креслина. ТОЭ1. Конспект лекций (для бакалавриата 050702 – Автоматизация и управление). Алматы: АИЭС, 2008. – 67 с.

### Дополнительная литература:

- 7 Башарин С. А., Федоров В. В. ТОЭ. Теория электрических цепей и электромагнитного поля.
- 8 Денисенко В. И., Зуслина Е. Х. ТОЭ. Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2000. – 83 с.
- 9 Сборник задач по теоретическим основам электротехники/ Л. А. Бессонов, И. Г. Демидова, М. Е. Заруди и др. – М.: Высшая школа, 2003. – 159 с.
- 10 Прянишников В. А. ТОЭ: Курс лекций: Учебное пособие – 3-е изд., перераб. И доп. – СПб., 2000. – 368 с.
- 11 Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях: Практикум на Electronics Workbench. В 2-х томах / Под ред. Д. И. Панфилова – М.: ДОДЭКА, 1999. –Т.1 Электротехника. – 304 с.
- 12 Шебес М. Р., Каблукова М. В. Задачник по теории линейных электрических цепей. – М.: Высшая школа, 1990. – 544 с.
- 13 Зевеке Г. В., Ионкин П. А., Нетушил А. В., Страхов С. В. Основы теории цепей. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.
- 14 Теоретические основы электротехники. Т.1 Основы теории линейных цепей / Под ред. П. А. Ионкина – М.: Высшая школа, 1976. – 544 с.