

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по образовательной деятельности



А.А.Панфилов

« 04 » 09 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
«УСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль/программа подготовки: «Электроснабжение»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. за- нятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной ат- тестации (экзамен/зачет/зачет с оцен- кой)
6	4/144	18	18	18	63	Экзамен (27)
Итого	4/144	18	18	18	63	Экзамен (27)

Владимир 2019

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины. Приобретение знаний о методах и технических средствах автоматического управления и регулирования в системах электроснабжения; знаний основ методов структурного моделирования динамических систем, методов анализа их устойчивости и качества регулирования в устройствах автоматики, применяемых в системах электроэнергетики и электроснабжения; формирование готовности участвовать в исследовании отдельных компонентов систем электроэнергетики и электротехники.

Задачи: овладеть имитационными методами анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности для их проектирования, а также контроля и последующего определения неисправностей в работе объектов электроэнергетики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Устойчивость электрических систем» относится к элективным дисциплинам базовой части учебного плана бакалавриата по профилю «Электроснабжение» (Б1.В.ДВ.02.01).

Пререквизиты дисциплины: «Математика», «Инструментальные средства математического программного обеспечения в электроэнергетике», «Вычислительные методы в электротехнических расчётах», «Теоретические основы электротехники».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ПК-1. Способен выполнять сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности, а также составлять конкурентоспособные варианты технических решений	частичное	Знать: структурные имитационные методы анализа и обработки данных для проектирования объектов профессиональной деятельности; Уметь: применять структурные имитационные методы анализа и обработки данных для проектирования объектов профессиональной деятельности; Владеть: структурными имитационными методами анализа и обработки данных для проектирования объектов профессиональной деятельности.
ПК-7. Способен контролировать режимы функционирования объектов профессиональной деятельности, определять неисправности в их работе	частичное	Знать: структурные имитационные методы анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности для их контроля и последующего определения неисправностей в работе объектов электроэнергетики; Уметь: анализировать режимы функционирования объектов профессиональной деятельности структурными математическими и имитационными методами; Владеть: имитационными методами анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности для их контроля и последующего определения неисправностей в работе объектов электроэнергетики.

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Динамические системы и принципы автоматического управления и регулирования.	6	1-3	2	2	4	9	2/25%	
2	Методы анализа и моделирования свойств функциональных элементов и динамических систем.	6	4-8	6	6	6	18	4/22%	Рейтинг-контроль № 1
3	Типовые динамические звенья.	6	9-14	4	6	4	18	3/21%	Рейтинг-контроль № 2
4	Критерии устойчивости динамических систем. Качество регулирования.	6	15-18	6	4	4	18	3/21%	Рейтинг-контроль № 3
Всего за 6 семестр:				18	18	18	63	12/22%	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				18	18	18	63	12/22%	Экзамен (27)

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Динамические системы и принципы автоматического управления и регулирования.

Введение: понятие о динамических системах, их классификация. Введение в структурное моделирование: функциональный элемент, функциональная схема динамической системы. Примеры функциональных схем промышленных систем автоматического управления (САУ). Принципы автоматического управления: принцип разомкнутого управления, принцип компенсации возмущения, принцип обратной связи. Принципиальные особенности САУ с обратной связью. Типовая функциональная схема САУ с обратной связью.

Раздел 2. Методы анализа и моделирования свойств функциональных элементов и динамических систем.

Способы представления математических моделей функциональных элементов. Динамическое звено. Связь между дифференциальным уравнением линейного динамического стационарного звена и его передаточной функцией, а также комплексной частотной характеристикой (КЧХ). Импульсная и переходная характеристики линейного динамического звена. Структурная схема динамической системы. Сигнальный граф. Методы построения сигнальных графов электрических цепей. Формула Мэсона для сигнального графа. Применение её для определения передаточной функции системы. Описание динамической системы в пространстве состояний. Нелинейное обобщение принципа моделирования в пространстве состояний. Управляемость и наблюдаемость системы.

Раздел 3. Типовые динамические звенья.

Пропорциональное (безынерционное) звено. Интегрирующее и аperiodическое звено первого порядка. Аperiodическое звено второго порядка. Идеальное дифференцирующее звено. «Реальное» дифференцирующее звено. Консервативное и колебательное звено. Влияние коэффициента демпфирования на его динамические свойства. Неустойчивое звено первого порядка. Запоздывающее звено. Дифференциальные уравнения, передаточные функции, КЧХ, импульсные и переходные характеристики типовых динамических звеньев. Логарифмические амплитудно-частотные (ЛАЧХ) и фазоча-

стотные (ЛФЧХ) характеристики. Кусочно-линейная аппроксимация ЛАЧХ. Схемная реализация типовых динамических звеньев на операционных усилителях.

Раздел 4. Критерии устойчивости динамических систем. Качество регулирования.

Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной стационарной динамической системы. Алгебраические критерии устойчивости: критерий Рауса, критерий Гурвица, критерий Лье-нара– Шипара. Критерий устойчивости по виду КЧХ разомкнутой системы (критерий Найквиста). Запас устойчивости по модулю и фазе. Краткие сведения о показателях качества регулирования в переходных и установившихся режимах.

#### **Содержание практических занятий по дисциплине**

- 1) Анализ функциональных схем САУ разомкнутого типа, с компенсацией возмущений и с обратными связями (2 часа).
- 2) Дифференциальные уравнения и передаточные функции линейных одноконтурных и двухконтурных электрических динамических звеньев (2 часа).
- 3) Передаточные функции дифференциальных и операционных усилителей с обратными связями (2 часа).
- 4) Составление сигнальных графов и структурных схем электрических цепей без индуктивно связанных и усилительных элементов (2 часа).
- 5) Расчёт передаточных функций динамических систем по сигнальным графам и структурным схемам (2 часа).
- 6) Составление уравнений линейных стационарных динамических систем в пространстве состояния. Анализ управляемости и наблюдаемости (2 часа).
- 7) Анализ устойчивости динамических систем по передаточным функциям по алгебраическим критериям (2 часа).
- 7) Построение частотных характеристик разомкнутых и замкнутых систем (2 часа).
- 8) Анализ устойчивости динамических систем в частотной области (2 часа).
- 9) Расчёт показателей качества регулирования в динамических системах (2 часа).

#### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

- 1) Исследование функциональных схем САУ разомкнутого типа и с компенсацией возмущений (1 час).
- 2) Исследование функциональных схем САУ с обратными связями (1 час).
- 3) Исследование динамических процессов в линейных одноконтурных электрических динамических звеньях во временной области (1 час).
- 4) Исследование динамических процессов в линейных одноконтурных электрических динамических звеньях в операторной и частотной области (1 час).
- 5) Исследование динамических процессов в линейных двухконтурных электрических динамических звеньях во временной области (1 час).
- 6) Исследование динамических процессов в линейных двухконтурных электрических динамических звеньях в операторной и частотной области (1 час).
- 7) Исследование динамических процессов в дифференциальных и операционных усилителях с обратными связями в операторной и частотной области (1 час).
- 8) Исследование сигнальных графов и структурных схем электрических цепей без индуктивно связанных и усилительных элементов (1 час).
- 9) Исследование сигнальных графов и структурных схем электрических цепей с операционными усилителями (1 час).
- 10) Исследование динамических систем по сигнальным графам и структурным схемам в операторной и частотной области (1 час).
- 11) Исследование линейных стационарных динамических систем в пространстве состояния (1 час).
- 12) Исследование управляемости и наблюдаемости линейных стационарных динамических систем (1 час).
- 13) Исследование линейных стационарных динамических систем в канонической форме управляемости и наблюдаемости (1 час).
- 14) Исследование устойчивости динамических систем по передаточным функциям (1 час).
- 15) Исследование частотных характеристик разомкнутых и замкнутых систем (1 час).

- 16) Исследование устойчивости динамических систем в частотной области (2 часа).  
17) Исследование показателей качества регулирования в динамических системах (1 час).

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Устойчивость электрических систем» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивные лекции (по всем темам).
- Анализ ситуаций (по всем темам).
- Применение имитационных моделей (по всем темам).

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

### 6.1. Вопросы по разделам программы для проведения текущего контроля

Рейтинг- контроль 1.

1. Что называют динамическими системами?
2. Что называют динамическими системами с сосредоточенными параметрами?
3. Что называют динамическими системами с распределёнными параметрами?
4. Понятие о системах автоматического регулирования (САР) и управления (САУ).
5. Каким образом описываются динамические свойства САР и САУ?
6. Что такое информация вообще и измерительная информация?
7. Что называют сигналом и его информационными параметрами?
8. Что такое модуляция? Какие виды модуляции существуют для синусоидального несущего сигнала?
9. Что называют сигналом, непрерывным по уровню, непрерывным по времени и аналоговым сигналом?
10. Что называют сигналом, дискретным по уровню, дискретным по времени и цифровым сигналом?
11. Что называют аналоговой и цифровой САР или САУ?
12. Что называют функциональным элементом и функциональной схемой динамической системы?
13. Изобразить и прокомментировать функциональную схему процесса регулирования температуры электропечи для закалки металла.
14. Изобразить и прокомментировать функциональную схему автоматической системы регулирования температуры в электропечи. Из каких трёх частей состоит любая САР или САУ с обратной связью?
15. Какие принципы управления существуют в системах с обратной связью?
16. Изобразить и прокомментировать функциональную схему разомкнутой системы регулирования частоты вращения коллекторного двигателя постоянного тока.
17. Изобразить и прокомментировать функциональную схему замкнутой системы автоматического регулирования частоты вращения коллекторного двигателя постоянного тока (с обратной связью).
18. Основная цель управления. Определение системы автоматического управления.
19. Фундаментальные принципы управления.
20. Принципиальные особенности САУ с обратной связью.
21. Изобразить и прокомментировать типовую функциональную схему САУ с обратной связью.

Рейтинг- контроль 2.

1. Какими способами описываются динамические свойства функциональных элементов динамических систем?
2. Что называют динамическим звеном? В чём заключается особенность линейного динамического звена? Что называют структурным моделированием динамической системы?
3. Что такое передаточная функция линейного стационарного динамического звена? Как она связана с дифференциальным уравнением, описывающим свойства звена?

4. Что такое комплексная частотная характеристика динамического звена и как она связана с передаточной функцией?
5. Что называют действительной, мнимой, амплитудной (АЧХ) и фазовой (ФЧХ) частотными характеристиками линейного стационарного динамического звена?
6. Что называют логарифмической АЧХ (ЛАЧХ) и логарифмической ФЧХ (ЛФЧХ) звена?
7. Что называют годографом КЧХ динамического звена?
8. Логарифмические единицы частоты в ЛАЧХ и ЛФЧХ.
9. Логарифмические единицы коэффициентов передачи в ЛАЧХ.
10. Единичная функция и дельта-функция.
11. Что называют переходной и импульсной характеристиками линейного стационарного динамического звена? Как они связаны между собой и с передаточной функцией?
12. Что такое сигнальный граф и как он строится по уравнениям системы?
13. Элементы сигнального графа. Передачи ветвей. Передачи сигнального графа.
14. Однозначное соответствие между структурной схемой и сигнальным графом динамической системы.
15. Формула Мэсона для сигнального графа.
16. Технология построения сигнального графа уравнений Кирхгофа электрической цепи.
17. Описание динамической системы в пространстве состояний (линейная форма).
18. Понятие и критерий управляемости линейных систем.
19. Понятие и критерий наблюдаемости линейных систем.
20. Нелинейное обобщение описания динамической системы в пространстве состояний.
21. Структурная схема канонической формы управляемости.
22. Структурная схема канонической формы наблюдаемости.

### Рейтинг- контроль 3.

1. Пропорциональное звено: уравнение, передаточная функция, временные и частотные характеристики, свойства в пространстве состояний.
2. Схемная реализация пропорционального звена.
3. Интегрирующее звено: уравнение, передаточная функция, временные и частотные характеристики, свойства в пространстве состояний.
4. Схемная реализация интегрирующего звена.
5. Аperiodическое звено первого порядка: уравнение, передаточная функция, временные и частотные характеристики, свойства в пространстве состояний.
6. Схемная реализация аperiodического звена первого порядка.
7. Идеальное дифференцирующее звено: уравнение, передаточная функция, временные и частотные характеристики.
8. Схемная реализация идеального дифференцирующего звена. Устойчивость такого каскада.
9. «Реальное» дифференцирующее звено: уравнение, передаточная функция, временные и частотные характеристики, свойства в пространстве состояний.
10. Схемная реализация «реального» дифференцирующего звена.
11. Аperiodическое звено второго порядка: уравнение, передаточная функция, временные и частотные характеристики, свойства в пространстве состояний.
12. Схемная реализация аperiodического звена второго порядка.
13. Колебательное и консервативное звено: передаточная функция, дифференциальное уравнение, частотные характеристики.
14. Колебательное и консервативное звено: временные характеристики, свойства в пространстве состояний, схемная реализация на пассивных элементах.
15. Колебательное и консервативное звено: графики ЛАЧХ и ЛФЧХ при разных значениях коэффициента демпфирования.
16. Колебательное и консервативное звено: графики переходных и импульсных характеристик при разных значениях коэффициента демпфирования.
17. Неустойчивое звено первого порядка: уравнение, передаточная функция, временные и частотные характеристики.
18. Свойства неустойчивого звена первого порядка в пространстве состояний.
19. Запаздывающее звено: уравнение, передаточная функция, временные и частотные характеристики.

20. Сколько переменных состояния нужно для описания динамических свойств идеального запаздывающего звена в пространстве состояния?

Контрольные вопросы по СРС.

1. Определения устойчивости динамической системы.
2. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной стационарной динамической системы.
3. Критерий устойчивости Рауса.
4. Особенность применения критерия Рауса, когда первый элемент строки матрицы Рауса равен нулю, и хотя бы один другой элемент этой строки не равен нулю.
5. Особенность применения критерия Рауса, когда все элементы строки матрицы Рауса равны нулю.
6. Матрица Гурвица и её определители.
7. Формулировка критерия устойчивости Гурвица.
8. Критерий устойчивости Льенара-Шипара.
9. Передаточная функция и годограф КЧХ разомкнутой системы, диаграмма Найквиста.
10. Критерий устойчивости Найквиста.
11. Покажите с помощью диаграмм Найквиста влияние статического коэффициента передачи разомкнутой системы на устойчивость замкнутой системы, если передаточная функция разомкнутой системы имеет третий порядок.
12. Определение устойчивости замкнутой системы по ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы (т.е. по диаграмме Боде).
13. Что такое запас устойчивости по модулю? В каких единицах он измеряется?
14. Что такое запас устойчивости по фазе? В каких единицах он измеряется?
15. Три группы показателей качества регулирования.
16. Параметры переходного процесса системы при воздействии единичного ступенчатого входного сигнала.
17. Ошибка регулирования. Коэффициент ошибки по положению.
18. Коэффициенты ошибки по скорости и по ускорению.
19. Какова роль интегрирующего и дифференцирующего трактов в типовых регуляторах, работающих в составе САУ?
20. Понятие об оценке качества регулирования. Абсолютные интегральные показатели оценки качества.
21. Относительные интегральные показатели оценки качества регулирования.

## 6.2. Вопросы к экзамену

1. Понятие о динамических системах, их классификация.
2. Понятие о сигналах в динамических системах.
3. Типы сигналов в динамических системах.
4. Введение в структурное моделирование: функциональный элемент, функциональная схема динамической системы.
5. Примеры функциональных схем промышленных систем автоматического управления (САУ): САУ температуры в электрической печи.
6. Примеры функциональных схем промышленных систем автоматического управления (САУ): разомкнутая и замкнутая САУ частоты вращения ДПТ.
7. Принципы автоматического управления.
8. Принципиальные особенности САУ с обратной связью.
9. Типовая функциональная схема САУ с обратной связью.
10. Способы представления математических моделей функциональных элементов.
11. Линейное стационарное динамическое звено с одним входом и одним выходом.
12. Связь между дифференциальным уравнением линейного динамического звена и его передаточной функцией, а также комплексной частотной характеристикой.
13. Примеры вывода дифференциальных уравнений и передаточных функций простейших электрических динамических звеньев.
14. Передаточные функции каскадов на операционных усилителях с обратной связью.
15. Коэффициент передачи дифференциального усилителя с обратной связью.
16. Импульсная и переходная характеристики линейного динамического звена.

17. Переход от сигнального графа к структурной схеме динамической системы.
18. Сигнальный граф.
19. Метод построения сигнальных графов электрических цепей по уравнениям Кирхгофа.
20. Формула Мэсона для сигнального графа.
21. Пример применения формулы Мэсона для определения передаточной функции системы.
22. Описание динамической системы в пространстве состояний.
23. Нелинейное обобщение принципа моделирования в пространстве состояний.
24. Управляемость и наблюдаемость системы.
25. Каноническая форма управляемости.
26. Каноническая форма наблюдаемости.
27. Пропорциональное (безынерционное) звено
28. . Интегрирующее звено.
29. Аперiodическое звено первого порядка.
30. Аперiodическое звено второго порядка.
31. Идеальное дифференцирующее звено.
32. «Реальное» дифференцирующее звено.
33. Консервативное и колебательное звено. Влияние коэффициента демпфирования на его динамические свойства.
34. Неустойчивое звено.
35. Запаздывающее звено.
36. Схемная реализация типовых динамических звеньев на операционных усилителях.
37. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной динамической системы.
38. Критерий Рауса.
39. Особые случаи применения критерия Рауса.
40. Критерий Гурвица.
41. Критерий Лъенара– Шипара.
42. Годограф КЧХ и диаграмма Найквиста разомкнутой системы. Характеристическое уравнение замкнутой системы.
43. Формулировка критерия устойчивости Найквиста.
44. Анализ устойчивости по диаграмме Найквиста разомкнутой системы.
45. Анализ устойчивости по диаграмме Боде разомкнутой системы.
46. Наиболее важные группы показателей качества регулирования.
47. Параметры переходного процесса при воздействии тестовых входных сигналов.
48. Ошибка регулирования и коэффициенты ошибок в установившихся режимах.
49. Интегральные абсолютные показатели качества регулирования.
50. Интегральные относительные показатели качества регулирования.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Теория автоматического управления: учеб.-метод. пособие / В.Н. Аносов, В.В. Наумов, Д.А. Котин. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. - 68 с. - ISBN 978-5-7782-3036-1.	2016		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230361.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230361.html</a>
2. Теория автоматического регулирования: учеб. пособие / Г.В. Глазырин. - Новосибирск: Изд-во	2014		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224735.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224735.html</a>

НГТУ, 2014. - 168 с. - ISBN 978-5-7782-2473-5.			
3. Автоматическое регулирование в электрических системах/ Шойко В.П. – Новосиб.: НГТУ, 2012. – 195 с.: ISBN 978-5-7782-1909-0.	2012		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546048">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546048</a>
1	2	3	4
Дополнительная литература			
1. Борисевич, А. В. Теория автоматического управления: элементарное введение с применением MATLAB [Электронный ресурс] / А. В. Борисевич. – М.: Инфра-М, 2014. – 200 с. – ISBN 978-5-16-101828-6 (online).	2014		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=470329">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=470329</a>
2. Теория автоматического регулирования / Глазырин Г.В. – Новосиб.: НГТУ, 2014. – 168 с.: ISBN 978-5-7782-2473-5.	2014		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=558731">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=558731</a>
3. Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 200 с. - ISBN 978-5-9221-1544-5.	2014		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115445.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115445.html</a>
4. Устойчивость электрических систем/ Долгов А.П. - Новосиб.: НГТУ, 2010. - 176 с.: ISBN 978-5-7782-1320-3.	2010		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546337">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546337</a>

## 7.2. Периодические издания

1. Журнал «Автоматика и телемеханика».
2. Журнал «Мехатроника, автоматизация, управление».
3. Журнал «Проектирование и технология электронных средств».
4. Журнал «Электричество».
5. Журнал «Электро. Электротехника. Электротехническая промышленность».
6. Журнал «Электротехника».

## 7.3. Интернет-ресурсы

1. [http://www.infoterra.ru/oty/books/files/tau\\_dlya\\_chainikov.pdf](http://www.infoterra.ru/oty/books/files/tau_dlya_chainikov.pdf)
2. <http://window.edu.ru/resource/619/47619/files/susu26.pdf>
3. <http://www.novsu.ru/file/143723>
4. [http://portal.tpu.ru/SHARED/d/DYADIK/study/tau/Tab/posobie\\_tau.pdf](http://portal.tpu.ru/SHARED/d/DYADIK/study/tau/Tab/posobie_tau.pdf)
5. <http://tau-predmet.narod.ru/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в *компьютерном классе 519-3*.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения

1. Microsoft Office
2. MATLAB

Рабочую программу составил доцент Шмелёв В.Е.



Рецензент (представитель работодателя)

Начальник проектного отдела ООО «МФ Электро» Чебрякова Ю.С.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электротехника и электроэнергетика»  
Протокол № 1 от 04 сентября 2019 года

Заведующий кафедрой Бадалян Норайр Петикович



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направле-  
ния 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Протокол № 1 от 04 сентября 2019 года

Председатель комиссии Бадалян Норайр Петикович



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2020/2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 02.09.2020 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  


Рабочая программа одобрена на 2021/22 учебный год

Протокол заседания кафедры № 7 от 11.03.21 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  


Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

