

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 12 » 02 2015 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«УПРАВЛЯЕМЫЕ ЛИНИИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПОСТОЯННОГО ТОКА»**

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Программа подготовки «Оптимизация электроэнергетических сетей»

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
1	5/180	18	18		108	Экзамен,36,КР
2	2/72		36		36	Зачет
Итого	7/252	18	54		144	Зачет, Экзамен, 36, КР

Владимир 2015

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины «Управляемые линии переменного тока и электропередачи постоянного тока» являются:

- получение теоретических и практических знаний о способах и устройствах повышения пропускной способности линий переменного тока;
- ознакомление магистров с объектами постоянного тока, их назначением и способами внедрения в существующие системы электроснабжения.

Задачи дисциплины:

- глубокое изучение управляемых систем передачи переменного тока;
- анализ достоинств и недостатков разработанных устройств регулирования параметров сети;
- анализ целесообразности внедрения объектов постоянного тока.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Управляемые линии переменного тока и электропередачи постоянного тока» относится к дисциплинам по выбору вариативной части основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) магистратуры направления «Электроэнергетика и электротехника» программы подготовки «Оптимизация электроэнергетических сетей». Дисциплина логически и содержательно тесно связана с рядом теоретических дисциплин предыдущего периода обучения. К числу дисциплин, наиболее тесно связанных с дисциплиной «Управляемые линии переменного тока и электропередачи постоянного тока» относятся: «Современные проблемы электроэнергетики», «Современные технические средства передачи электроэнергии».

В результате освоения дисциплины «Управляемые линии переменного тока и электропередачи постоянного тока» будущие магистры приобретают знания необходимые для анализа эффективности существующих линий переменного тока, умения выбирать и анализировать устройства для создания управляемых систем передачи переменного тока. Овладевают методами внедрения объектов постоянного тока в существующие системы электроснабжения.

Важную роль в изучении дисциплины «Управляемые линии переменного тока и электропередачи постоянного тока» играют производственные практики, в ходе которых студенты знакомятся с существующими устройствами регулирования параметров сетей. Таким образом магистранты получают практический опыт в эксплуатации подобных систем.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоение дисциплины «Управляемые линии переменного тока и электропередачи постоянного тока» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) **знать** методы управления проектами разработки управляемых линий переменного тока (ПК-10); методики технико-экономического обоснования проектов (ПК-11); алгоритмы планирования и проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем линий постоянного и переменного тока (ПК-25); способы обеспечения с помощью объектов постоянного тока эффективности производственно-технологических режимов работы объектов электроэнергетики (ПК-26);
- 2) **уметь** оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий и управляемых линий переменного тока (ПК-3); проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых объектов, подготавливать первичные материалы к патентованию изобретений, регистрации программ для ЭВМ и баз данных (ПК-4); проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений (ПК-5); уметь формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке объектов постоянного тока (ПК-6); применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений применения объектов постоянного тока (ПК-7); уметь эксплуатировать, проводить испытания и ремонт технологического оборудования объектов постоянного тока (ПК-22); применять методы и средства автоматизированных систем управления при внедрении элементов, повышающих пропускную способность линий переменного и постоянного тока (ПК-23); принимать решения в области развития линий электропередач с учетом энерго- и ресурсосбережения (ПК-24);
- 3) **владеть способностями** действовать в нестандартных ситуациях, возникающих при эксплуатации линий переменного и постоянного тока (ОК-2); владеть способностями к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3); способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки для внедряемых линий переменного и постоянного тока (ОПК-1); способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-2); способностью использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники (ОПК-4); способностью планировать и ставить задачи



исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований (ПК-1); способностью осуществлять технико-экономическое обоснование проектов (ПК-11); способностью к реализации различных видов учебной работы при проведении занятий в группах повышения квалификации (ПК-21).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часов.

№	Тема дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля и промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП/КР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Управляемые системы передачи переменного тока	1	1-6	6	6			36		6/50	Рейтинг-контроль
2	Линии сверхвысокого напряжения	1	7-12	6	6			36		6/50	Рейтинг-контроль
3	Режимы и повышение пропускной способности линий переменного тока	1	13-18	6	6			36	КР	12/100	Рейтинг-контроль
	Итого по 1 сем.			18	18			108	КР	24/67	Экзамен
1	Передачи постоянного тока	2	1-5		12			12		6/50	Рейтинг-контроль
2	Преобразовательные подстанции	2	6-11		12			12		6/50	Рейтинг-контроль
3	Вставки постоянного тока	2	12-18		12			12		6/50	Рейтинг-контроль
	Итого по 2 сем.				36			36		18/50	Зачет
	Всего			18	54			144	КР	42/58	Зачет, Экзамен

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе подготовки магистра по направлению «Электроэнергетика и электротехника» в рамках дисциплины «Управляемые линии переменного тока и электропередачи постоянного тока» применяются следующие инновационные методы обучения, направленные на активизацию деятельности учащегося:

1. Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами и интерактивными досками, что позволяет

сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Чтение лекций сопровождается демонстрацией компьютерных слайдов.

2. Практические занятия проводятся в специализированной аудитории кафедры с использованием компьютерных программ для моделирования режимов электроэнергетических систем.

3. По дисциплине «Управляемые линии переменного тока и электропередачи постоянного тока» на специальном ресурсе ВлГУ размещены следующие материалы: рабочая программа дисциплины; учебное пособие по лекционному материалу, тексты лекций; методические указания по выполнению самостоятельных заданий; тесты для рейтинг-контроля.

4. Для выполнения курсовой работы по данной дисциплине имеются методические пособия.

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

### **1 семестр:**

Контрольные вопросы к рейтинг-контролям. Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый в форме письменных ответов и вопросов по темам лекционных занятий на 6-й, 12-й и 18-й неделях. В рамках самостоятельной работы студенты решают задачи и выполняют курсовую работу. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

### **Рейтинг – контроль №1:**

1. Актуальные проблемы транспорта электроэнергии в России
2. Технология управляемых систем передачи переменного тока (FACTS)
3. Основные параметры линий переменного тока
4. Распределение мощности в линиях электропередач
5. Существующие способы и устройства повышения пределов передаваемой мощности.
6. Батареи статических компенсаторов
7. Реакторные группы, коммутируемые вакуумными выключателями
8. Управляемые шунтирующие реакторы
9. Статические тиристорные компенсаторы
10. Тиристорные преобразователи СТАТКОМ и СТК
11. Асинхронизированные статические компенсаторы
12. Неуправляемые устройства продольной компенсации

13. Объединенный регулятор потока мощности
14. Преобразователи напряжения
15. Состояние разработки устройств FACTS

#### **Рейтинг – контроль №2:**

1. Развитие передач сверхвысокого напряжения (СВН)
2. Особенности линий СВН и требования к ним
3. Конструкция линий СВН
4. Корона на проводах линий СВН
5. Конструкции фазы СВН
6. Электрические параметры и уравнения линий СВН
7. Первичные и вторичные параметры четырехполюсника
8. Длинная линия как цепь элементарных четырехполюсников
9. Параметры реальных дальних электропередач
10. Линия без потерь активной мощности (идеальная линия)

#### **Рейтинг – контроль №3:**

1. Активная и реактивная мощность передачи при регулировании напряжения в ее начале и конце
2. Режимы и повышение пропускной способности дальних передач переменного тока
3. Особенности линии длиной в четверть волны
4. Компенсация параметров электропередачи
5. Особенности линий длиной в половину волны
6. Настроенные электропередачи
7. Автоматическая аварийная разгрузка и переключательные пункты дальних электропередач
8. Характеристика исполнения дальних электропередач переменного тока
9. Схемы дальних электропередач
10. Повышение пропускной способности электропередачи

#### **Темы практических занятий:**

1. Определение пропускной способности линии
2. Выбор конструктивных параметров фазы СВН
3. Векторные и круговые диаграммы идеализированной линии
4. Составление схем замещения протяженных электропередач переменного тока
5. Компенсированные линии. Круговые диаграммы. Распределение напряжения и реактивной мощности.



6. Определение предела статической устойчивости и допустимого предела передаваемой мощности протяженных линий электропередач переменного тока

**Самостоятельная работа студентов:**

1. Основные характеристики некомпенсированной линии переменного тока
2. Распределение параметров режима вдоль протяженной линии
3. Методы учета распределенности параметров в схемах замещения линии
4. Расчет номинальных и послеаварийных режимов электропередач сверхвысокого напряжения
5. Режим одностороннего включения протяженной линии сверхвысокого напряжения

**Вопросы к экзамену:**

1. Актуальные проблемы транспорта электроэнергии в России
2. Технология управляемых систем передачи переменного тока (FACTS)
3. Основные параметры линий переменного тока
4. Распределение мощности в линиях электропередач
5. Существующие способы и устройства повышения пределов передаваемой мощности.
6. Батареи статических компенсаторов
7. Реакторные группы, коммутируемые вакуумными выключателями
8. Управляемые шунтирующие реакторы
9. Статические тиристорные компенсаторы
10. Тиристорные преобразователи СТАТКОМ и СТК
11. Асинхронизированные статические компенсаторы
12. Неуправляемые устройства продольной компенсации
13. Объединенный регулятор потока мощности
14. Преобразователи напряжения
15. Развитие передач сверхвысокого напряжения (СВН)
16. Особенности линий СВН и требования к ним
17. Электрические параметры и уравнения линий СВН
18. Первичные и вторичные параметры четырехполюсника
19. Длинная линия как цепь элементарных четырехполюсников
20. Параметры реальных дальних электропередач
21. Линия без потерь активной мощности (идеальная линия)
22. Активная и реактивная мощность передачи при регулировании напряжения в ее начале и конце

23. Режимы и повышение пропускной способности дальних передач переменного тока
24. Особенности линии длиной в четверть волны
25. Компенсация параметров электропередачи
26. Особенности линий длиной в половину волны
27. Настраенные электропередачи
28. Автоматическая аварийная разгрузка и переключательные пункты дальних электропередач
29. Характеристика исполнения дальних электропередач переменного тока
30. Схемы дальних электропередач
31. Повышение пропускной способности электропередачи
32. Основные характеристики некомпенсированной линии переменного тока
33. Распределение параметров режима вдоль протяженной линии
34. Методы учета распределенности параметров в схемах замещения линии
35. Расчет номинальных и послеаварийных режимов электропередач сверхвысокого напряжения

#### **Темы курсовых работ:**

Темы курсовых работ:

1. Управляемые гибкие линии переменного тока. Увеличение пропускной способности линий переменного тока путем стабилизации напряжения по ее концам.
2. Управляемые гибкие линии переменного тока. Увеличение пропускной способности линий переменного тока путем изменения фазового сдвига между напряжениями по концам линии.
3. Преобразовательные подстанции постоянного тока.
4. Управляемые гибкие линии переменного тока. Увеличение пропускной способности линий переменного тока путем изменения суммарного реактивного сопротивления линии.
5. Управляемые гибкие линии переменного тока. Комбинированные способы увеличения пропускной способности линий переменного тока.
6. Воздушные и кабельные линии постоянного тока. Конструктивные особенности.
7. Пути увеличения пропускной способности линий постоянного тока.
8. Применение постоянного тока в электроэнергетике.
9. Применение вставок постоянного тока для связи разных энергосистем.
10. Системы управления, регулирования, защиты и автоматики для объектов постоянного тока.



## **2 семестр:**

Контрольные вопросы к рейтинг-контролям. Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый в форме письменных ответов и вопросов по темам лекционных занятий на 6-й, 12-й и 18-й неделях. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

### **Рейтинг – контроль №1:**

1. Понятие об электропередачах постоянного тока.
2. Сопоставление передач переменного и постоянного тока
3. Схемы электропередач постоянного тока
4. Особенности конструктивного исполнения электропередач постоянного тока
5. Схемы увеличения мощности электропередач постоянного тока
6. Проблемы передач постоянного тока
7. Потери мощности
8. Техничко-экономическое сопоставление электропередач переменного и постоянного тока.

### **Рейтинг – контроль №2:**

1. Уравнения трехфазной мостовой преобразовательной схемы
2. Режим малых токов
3. Режим рабочих токов
4. Инверторный режим преобразователя
5. Регулирование работы передач постоянного тока
6. Схема преобразовательного моста.
7. Система управления, регулирования, защиты, автоматики.
8. Фильтрокомпенсирующие устройства.

### **Рейтинг – контроль №3:**

1. Структурная схема вставки постоянного тока
2. Принципиальная схема вставки постоянного тока
3. Схемы соединения преобразователей
4. Варианты исполнения преобразовательных узлов
5. Высшие гармоники в электрической сети со вставкой постоянного тока
6. Применение вставки постоянного тока при построении электростанций, использующих установки возобновляемой энергетики
7. Существующие вставки постоянного тока

### **Темы практических занятий:**

1. Математическая модель преобразователя

2. Режимы работы выпрямителя
3. Совместная работа выпрямителя и инвертора

**Самостоятельная работа студентов:**

1. Схема вакуумного выключателя постоянного тока
2. Моделирование отключения тока в вакуумном выключателе
3. Коммутационные испытания макета выключателя
4. Выполнение заданий по пройденным темам практических занятий

**Вопросы к зачету:**

1. Понятие об электропередачах постоянного тока.
2. Сопоставление передач переменного и постоянного тока
3. Схемы электропередач постоянного тока
4. Особенности конструктивного исполнения электропередач постоянного тока
5. Схемы увеличения мощности электропередач постоянного тока
6. Техничко-экономическое сопоставление электропередач переменного и постоянного тока
7. Уравнения трехфазной мостовой преобразовательной схемы
8. Режимы малых и рабочих токов
9. Инверторный режим преобразователя
10. Регулирование работы передач постоянного тока
11. Схема преобразовательного моста.
12. Система управления, регулирования, защиты, автоматики.
13. Фильтрокомпенсирующие устройства.
14. Структурная схема вставок постоянного тока
15. Принципиальная схема вставок постоянного тока
16. Схемы соединения преобразователей
17. Варианты исполнения преобразовательных узлов
18. Высшие гармоники в электрической сети со вставкой постоянного тока
19. Применение вставки постоянного тока при построении электростанций, использующих установки возобновляемой энергетики
20. Существующие вставки постоянного тока

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### 7.1. Основная литература:

1. Герасименко, А. А. Оптимальная компенсация реактивной мощности в системах распределения электрической энергии [Электронный ресурс] : монография / А. А. Герасименко, В. Б. Нешатаев. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 218 с. - ISBN 978-5-7638-2630-2.

2. Потери электроэнергии при ее транспорте по электрическим сетям: расчет, анализ, нормирование и снижение [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Г.В. Шведов, О.В. Сипачева, О.В. Савченко; под ред. Ю.С. Железко. - М. : Издательский дом МЭИ, 2013.

3. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт ВЛ 110 - 1150 кВ [Электронный ресурс] : учебно-практическое пособие / В.М. Лаврентьев, Н.Г. Царанов; под общей ред. А.Н. Васильева. - М. : Издательский дом МЭИ, 2014.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения [Электронный ресурс] / Ю.П. Рыжов - М. : Издательский дом МЭИ, 2007

2. Городские распределительные электрические сети: схемы и режимы нейтрали [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.В. Шведов - М. : Издательский дом МЭИ, 2011.

3. Электроснабжение потребителей и режимы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.И. Кудрин, Б.В. Жилин, Ю.В. Матюнина. - М. : Издательский дом МЭИ, 2013.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. Набор слайдов для проведения лекций.



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Рабочую программу составил старший преподаватель кафедры электротехники и электроэнергетики ВлГУ, Чебрякова Ю.С. 

Рецензент: Главный инженер ООО «МФ-Электро»  Лескин Д.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электротехника и электроэнергетика» протокол № 6 от 12.02.2015 года.

Заведующий кафедрой  С.А.Сбитнев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Протокол № 6 от 12.02.2015 года

Председатель комиссии  С.А.Сбитнев

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.17 года

Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 04.09.18 года

Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 04.09.19 года

Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_