



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

  
(подпись)

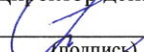
*К.В. Серов*

(Ф.И.О.)

« 26 » января 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента

  
(подпись)

*К.А. Штым*

(Ф.И.О.)

« 26 » января 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Современные электропередачи сверхвысокого напряжения

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Магистерская программа «Энергоэффективность и энергосбережение

в электроэнергетических системах»

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 3

лекции 18 час.

практические работы 18 час.

лабораторные занятия не предусмотрены

в том числе с использованием МАО лек. 6 / пр. - / лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 36 час.

в том числе с использованием МАО 6 час.

самостоятельная работа 108 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет не предусмотрен

экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 28 февраля 2018 г. №147

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента энергетических систем  
протокол № 3 от «26» января 2021 г.

Директор департамента К.А. Штым

Составитель (ли): К.М. Иванов

Владивосток  
2021

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_ К.А. ШТЫМ  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_ К.А. ШТЫМ  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_ К.А. ШТЫМ  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_ К.А. ШТЫМ  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: формирование знаний об особенностях современных электропередач сверхвысокого напряжения различных видов и режимах их работы.

Задачи:

- оценка основных режимов линий сверхвысокого напряжения и методов их расчета;
- выбор и расстановка компенсирующих устройств;
- определение путей повышения пропускной способности электропередач;
- изучение особенностей работы передач постоянного тока;
- построение активно-адаптивной сети.

Для успешного изучения дисциплины «Современные электропередачи сверхвысокого напряжения» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей;
- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности;
- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Технологическая	ПК-3 – способность к внедрению инновационных технологий и оборудования отечественной и зарубежной разработки	ПК-3.1 – Анализирует и прогнозирует состояние объектов профессиональной деятельности
		ПК-3.2 - Внедряет инновационные технологии отечественной и зарубежной разработки в сферу профессиональной

		деятельности
		ПК-3.3 – Оценивает эффективность применения инновационных технологий и оборудования в сфере профессиональной деятельности
Технологическая	ПК-4 – способность к оценке текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы	ПК-4.1 – Определяет набор критериев оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы
		ПК-4.2 – Оценивает текущий и прогнозируемый электроэнергетические режимы энергосистемы по определённому набору критериев
		ПК-4.3 – Выполняет технологические операции с целью обеспечения функционирования систем электроснабжения

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-3.1 – Анализирует и прогнозирует состояние объектов профессиональной деятельности	Знает критерии оценки состояния объектов профессиональной деятельности
	Умеет осуществлять анализ текущего и прогнозного состояния объектов профессиональной деятельности
	Владеет навыками анализа и прогнозирования текущего и прогнозного состояния объектов профессиональной деятельности
ПК-3.2 - Внедряет инновационные технологии отечественной и зарубежной разработки в сферу профессиональной деятельности	Знает инновационные технологии отечественной и зарубежной разработки в сферу профессиональной деятельности
	Умеет использовать инновационные технологии отечественной и зарубежной разработки в сферу профессиональной деятельности
	Владеет навыками внедрения инновационных технологий отечественной и зарубежной разработки в сферу профессиональной деятельности

ПК-3.3 – Оценивает эффективность применения инновационных технологий и оборудования в сфере профессиональной деятельности	Знает методы оценки эффективного применения инновационных технологий и оборудования в сфере профессиональной деятельности
	Умеет использовать методы оценки эффективного применения инновационных технологий и оборудования в сфере профессиональной деятельности
	Владеет методами оценки эффективного применения инновационных технологий и оборудования в сфере профессиональной деятельности
ПК-4.1 – Определяет набор критериев оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы	Знает стандартные критерии текущего и прогнозируемого режимов электроэнергетической системы
	Умеет выполнить оценку стандартных критериев текущего и прогнозируемого режимов электроэнергетической системы
	Владеет навыками определения стандартных критериев текущего и прогнозируемого режимов электроэнергетической системы
ПК-4.2 – Оценивает текущий и прогнозируемый электроэнергетические режимы энергосистемы по определённому набору критериев	Знает критерии, оценивающие текущий и прогнозируемый электроэнергетические режимы энергосистемы
	Умеет оценить текущий и прогнозируемый электроэнергетические режимы энергосистемы по определённому набору критериев
	Владеет навыками, позволяющими оценить текущий и прогнозируемый электроэнергетические режимы энергосистемы по определённому набору критериев
ПК-4.3 – Выполняет технологические операции с целью обеспечения функционирования систем электроснабжения	Знает технологические операции с целью обеспечения функционирования систем электроснабжения
	Умеет осуществлять технологические операции с целью обеспечения функционирования систем электроснабжения
	Владеет навыками выполнения технологических операций с целью обеспечения функционирования систем электроснабжения

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 1 зачётная единица (36 академических часов).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Протяжённые электропередачи переменного тока	3	10	10	-	108	36	УО-1; ПР-6; ПР-12
2	Раздел 2. Передачи постоянного тока	3	4	4	-			
3	Раздел 3. Электропередачи переменного тока с управляемыми параметрами	3	4	4	-			
Итого:			18	18	-	99	45	

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Лекционные занятия (18 часов)**

### **Раздел 1. Протяжённые электропередачи переменного тока (10 часов)**

#### **Тема 1. Особенности электропередач сверхвысокого напряжения в энергосистемах (2 часа)**

Задачи, которые решаются с помощью линий сверхвысокого напряжения в энергосистемах. Особенности линий сверхвысокого напряжения, их технические и экономические характеристики, требования, предъявляемые к этим линиям. Краткий исторический обзор развития техники передачи энергии на расстояние. Применение электропередач сверхвысокого напряжения за рубежом. Габариты линий сверхвысокого напряжения и факторы, их определяющие. Конструкция фазы линий сверхвысокого напряжения, выбор ее оптимальных параметров. Влияние конструкции фазы на удельные электрические параметры линии и ее пропускную способность.

#### **Тема 2. Уравнение токов и напряжений, распределение токов и напряжений по линии (2 часа), с использованием метода активного обучения «лекция-беседа»**

Учет распределенности параметров длинной линии и волновых процессов при передаче электрической энергии. Характеристики режима при передаче различных мощностей в протяжённой линии. Круговые диаграммы мощностей начала и конца длинной линии.

#### **Тема 3. Нагрузочные режимы электропередач (2 часа)**

Особенности расчета режимов малых нагрузок, загрузка генераторов и синхронных компенсаторов реактивной мощностью, стекающей с длинной линии. Выбор мощности и места установки шунтирующих реакторов на линиях сверхвысокого напряжения. Расчеты режимов линий с промежуточными отборами мощности, алгоритмы расчетов.

#### **Тема 4. Особые режимы электропередачи (2 часа)**

Режим одностороннего включения протяженной линии. Распределение напряжения и реактивной мощности вдоль длинной линии. Методы ограничения напряжений и компенсации реактивной мощности. Выбор мощности и места установки шунтирующих реакторов на линиях сверхвысокого напряжения.

#### **Тема 5. Методы повышенной пропускной способности СВН (2 часа)**

Понятие пропускной способности линии. Общая характеристика способов повышения пропускной способности на линиях сверхвысокого напряжения. Промежуточные синхронные компенсаторы, выбор их мощности и места установки.

### **Раздел 2. Передачи постоянного тока (4 часа)**

#### **Тема 6. Передачи постоянного тока (4 часа), с использованием метода активного обучения «лекция-беседа»**

Основы преобразовательной техники. Структурная схема передачи

постоянного тока. Схема замещения передачи постоянного тока. Трёхфазная мостовая схема преобразования напряжения. Униполярные и биполярные передачи постоянного тока.

### **Раздел 3. Электропередачи переменного тока с управляемыми параметрами (4 часа)**

#### **Тема 7. Управляемые электропередачи переменного тока (2 часа), с использованием метода активного обучения «лекция-беседа»**

Компактные линии, их конструкция, удельные параметры, пропускная способность. Управляемые линии переменного тока. Методы введения управляющих воздействий в линию, характеристики управляемых линий. Схема управляемой электропередачи переменного тока, ее основные характеристики, преимущества и недостатки.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Практические занятия (18 часов)**

#### **Занятие 1. Распределение напряжения, тока и реактивной мощности вдоль линии электропередачи (4 часа)**

1. Использование погонных параметров для математического анализа режимов электропередачи.
2. Представление режимных параметров в виде прямой и обратной волн.
3. Применение уравнения дальней линии для оценки режимов электропередач.

#### **Занятие 2. Круговые диаграммы и угловые характеристики мощности (4 часа), с использованием метода активного обучения – «проектирование»**

1. Круговые диаграммы на комплексной плоскости полной мощности.
2. Угловые характеристики активной и реактивной мощности электропередачи.
3. Взаимосвязь активной мощности с электромагнитным моментом на валу синхронных машин.

#### **Занятие 3. Выбор мощности и места установки шунтирующих реакторов (4 часа)**

1. Влияние шунтирующих реакторов на режим линии.
2. Конструктивные особенности шунтирующих реакторов.
3. Определение оптимальной мощности шунтирующих реакторов.
4. Определение мест установки шунтирующих реакторов.

#### **Занятие 4. Расчет режимов малых нагрузок, загрузка генераторов и синхронных компенсаторов реактивной мощностью, стекающей с линии (2 часа)**



1. Причины увеличения напряжения на открытом конце линии.
2. Допустимые уровни напряжений линий и оборудования.
3. Меры по ограничению перенапряжений в различных режимах работы линии.

**Занятие 5. Предел передаваемой мощности и его повышение с помощью установки продольной компенсации (2 часа), с использованием метода активного обучения – «проектирование»**

1. Зависимость запаса статической устойчивости от количества линий в составе электропередачи.
2. Влияние напряжения электропередачи на запас статической устойчивости.
3. Зависимость запаса статической устойчивости от числа работающих генераторов.
4. Запас статической устойчивости как мера предотвращения асинхронного режима.

### **Задания для самостоятельной работы**

*Требования:* Перед каждым практическим занятием обучающемуся необходимо изучить соответствующий теоретический материал.

**Самостоятельная работа № 1. Нормальные режимы протяжённых линий электропередачи.**

*Требования:*

1. Изучить представление режимных параметров в виде прямой и обратной волн.
2. Изучить применение уравнений дальней линии для оценки режимов электропередач.

**Самостоятельная работа № 2. Параметры и схемы замещения линий электропередач.**

*Требования:*

1. Изучить продольные и поперечные параметры электропередачи.
2. Изучить использования теории четырёхполюсников в линиях с распределёнными параметрами.

**Самостоятельная работа № 3. Режимы одностороннего включения линий электропередач.**

*Требования:*

1. Изучить причины увеличения напряжения на открытом конце линии.
2. Изучить меры по ограничению перенапряжений в различных режимах работы линии.

**Самостоятельная работа № 4. Устойчивость и пропускная способность электропередач.**

*Требования:*

1. Изучить зависимость запаса статической устойчивости от количества линий в составе электропередачи.

2. Изучить влияние напряжения электропередачи на запас статической устойчивости.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	В течение семестра	Подготовка к практическим занятиям, изучение литературы	35 часов	Работа на практических занятиях (ПР-6)
2	3-5 недели семестра	Выполнение самостоятельной работы № 1	16 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
3	6-8 недели семестра	Выполнение самостоятельной работы № 2	16 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
4	9-11 недели семестра	Выполнение самостоятельной работы № 3	16 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
5	12-16 недели семестра	Выполнение самостоятельной работы № 4	1 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
6	18 неделя семестра	Подготовка к экзамену	45 часов	экзамен
<b>Итого:</b>			<b>144 часа</b>	

## **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

*Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.*

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

*Работа с литературой.*

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях,

энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

### **Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.**

*Самостоятельные работы.* От обучающегося требуется:

1. Изучить представление режимных параметров в виде прямой и обратной волн.
2. Изучить применение уравнений дальней линии для оценки режимов электропередач.
3. Изучить продольные и поперечные параметры электропередачи.
4. Изучить использования теории четырёхполюсников в линиях с распределёнными параметрами.
5. Изучить причины увеличения напряжения на открытом конце линии.
6. Изучить меры по ограничению перенапряжений в различных режимах работы линии.
7. Изучить зависимость запаса статической устойчивости от количества

линий в составе электропередачи.

8. Изучить влияние напряжения электропередачи на запас статической устойчивости.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 2-х ошибок или неточности при описании различных методов.

Критерии оценки.

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования, реферировать литературные источники; методами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Студент умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки.
«не зачтено»	Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Студент не умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы, не владеет навыком реферировать литературные источники.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Протяжённые электропередачи переменного тока	ОПК-1 способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.1. Формулирует цели и задачи исследования.	УО-1 собеседование / устный опрос	Экзамен Вопросы 1-23
ОПК-1.2. Определяет последовательность решения задач.					
ОПК-1.3. Формулирует критерии принятия решения.					

2	Раздел 2. Передачи постоянного тока	ОПК-2- Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи.	УО-1 собесе- дование / устный опрос	Экзамен Вопросы 24-42
			ОПК-2.2. Проводит анализ полученных результатов.		
			ОПК-2.3. Представляет результаты выполненной работы.		
3	Раздел 3. Электропередачи переменного тока с управляемыми параметрами	ОПК-1 способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.1. Формулирует цели и задачи исследования.	УО-1 собесе- дование / устный опрос	Экзамен Вопросы 43-49
			ОПК-1.2. Определяет последовательность решения задач.		
			ОПК-1.3. Формулирует критерии принятия решения.		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Красильникова Т.Г. Физико-технические основы дальних электропередач переменного тока: монография / Красильникова Т.Г., Самородов Г.И. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 300 с. – Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-98755&theme=FEFU>

2. Лыкин А.В. Электрические системы и сети: учебник / Лыкин А.В. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 363 с. – Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-91589&theme=FEFU>

3. Онищенко, Г. Б. Силовая электроника. Силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения: учебное пособие / Г. Б. Онищенко, О. М. Соснин. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 122 с. – Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=Znanium:Znanium-513981&theme=FEFU>

#### Дополнительная литература

1. Управление качеством электроэнергии: учебное пособие для вузов / И. И. Карташев [и др.] ; под ред. Ю. В. Шарова.; Москва: Изд. дом Московского энергетического института, 2009. – 354 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:358773&theme=FEFU>

2. Грунин О. М. Электрические сети и системы в примерах и задачах: учебное пособие / О. М. Грунин, С. А. Филиппов; Иркутский государственный университет путей сообщения; Забайкальский институт железнодорожного транспорта. – Старый Оскол.: Тонкие наукоемкие технологии, 2010. – 251 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663306&theme=FEFU>

3. Силовые преобразователи электрической энергии: Учебное пособие: Учебное пособие / Петрович В.П., Воронина Н.А., Глазачев А.В., 2009. – 240 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/624/75624>

4. Мощная импульсная энергетика: Учебное пособие/ Пичугина М.Т., 2005. – 98 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/112/57112>

5. Электрические системы. Электрические сети/ Под ред. В.А. Веникова, В.А. Строева - М.: Высшая школа, 1998. – 511с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:379569&theme=FEFU>

6. Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях: Учеб. пособие для студ. вузов по спец. "Электроэнерг. системы и сети", "Электроснабжение (по отраслям)" / В.В.Ежков, Г.К.Зарудский, Э.Н.Зуев и др.; Под ред.В.А.Строева - М.: Высшая школа , 1999. – 352с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:366453&theme=FEFU>

7. Г.Н. Александров. Передача электрической энергии переменным током - Ленинград: Энергоатомиздат , 1990. – 176с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:412344&theme=FEFU>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://www.fsk-ees.ru/> Сайт «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы».
2. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.
3. <http://so-ups.ru/> Системный оператор ЕЭС.

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);

3. Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;

4. MATLAB R2016a – пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования, используемый в этом пакете.

### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>



## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

**Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.** Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

*Лекционные занятия* ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

*Практические занятия* акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к экзамену.** К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (лабораторные, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### **Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 20) Оборудование: Доска аудиторная.	–

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## **VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Для дисциплины «Современные электропередачи сверхвысокого напряжения» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)

Письменные работы:

1. Контрольно-расчетная работа (ПР-12)

### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то

причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

### **Письменные работы**

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Контрольно-расчетная работа (ПР-12) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Современные электропередачи сверхвысокого напряжения» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (3-й, осенний семестр). Экзамен по дисциплине включает ответы на 2 вопроса.

### **Методические указания по сдаче экзамена**

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, Директор департамента имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на экзамене посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются к экзамену с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено» или «не зачтено».

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

В зачетную книжку студента вносится только запись «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», запись «неудовлетворительно» вносится только в экзаменационную ведомость. При неявке студента на экзамен в ведомости делается запись «не явился».

### **Вопросы к экзамену**

1. Определение КПД электропередачи и средства повышения КПД
2. Условия достижения максимального КПД электропередачи в зависимости от мощности и длины линии
3. Влияние компенсирующих устройств на КПД электропередачи
4. Зависимость пропускной способности линии от реактивных погонных параметров
5. Компенсация параметров линии к нулевой длине
6. Компенсация волнового сопротивления
7. Компенсация волновой длины
8. Применение компенсирующих устройств для повышения пропускной способности линий
9. Основные виды несимметричных режимов работы ЛЭП
10. Негативные факторы длительных несимметричных режимов

11. Особенности несимметричных режимов работы дальних ЛЭП
12. Основные виды особых режимов ЛЭП
13. Установившийся режим холостого хода и причины повышения напряжения (причины повышения напряжения)
14. Напряжение на линии и нагрузка генераторов в режиме установившегося холостого хода ЛЭП
15. Виды квазистационарных перенапряжений
16. Виды коммутационных перенапряжений
17. Виды мероприятий для ограничения перенапряжений на ЛЭП
18. Релейная защита и автоматика для ограничения перенапряжений
19. Схемные мероприятия по ограничению перенапряжений
20. Разрядники для ограничения перенапряжений
21. Неотключаемые реакторы для ограничения перенапряжений
22. Подключение отключаемых реакторов через искровые промежутки
23. Форсировка реактора
24. Однофазная мостовая схема выпрямления
25. Трёхфазная мостовая схема выпрямления
26. Последовательное соединение трёхфазных мостовых схем
27. Параллельное соединение трёхфазных мостовых схем
28. Сглаживающие фильтры
29. Применение управляемых вентилях в схемах выпрямления
30. Основные типы инверторов
31. Принцип работы инвертора ведомого сетью (с однофазной мостовой схемой)
32. Основные понятия о передачах постоянного тока
33. Структурная схема передачи постоянного тока
34. Схема замещения передачи постоянного тока
35. Общие сведения о преобразовательных подстанциях
36. Трёхфазная мостовая схема в составе преобразовательной подстанции
37. Униполярная передача постоянного тока
38. Биполярная передача постоянного тока
39. Принципы защиты передачи постоянного тока
40. Передачи постоянного тока с последовательно включенными промежуточными подстанциями
41. Передачи постоянного тока с параллельно включенными промежуточными подстанциями
42. Преимущества и недостатки передач постоянного тока
43. Особенности продольного и поперечного регулирования
44. Фазоворотный трансформатор
45. Статический тиристорный компенсатор
46. Преобразователь напряжения (ПН)
47. Статический компенсатор реактивной мощности (СТАТКОМ)
48. Тиристорно-управляемый продольный компенсатор (ТУПК)
49. Объединённый регулятор потоков мощности (ОРПМ)

### Критерии выставления оценки студенту на экзамене

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил требования, предъявляемые к линиям электропередач постоянного и переменного тока, умеет оценить полученные результаты расчёта согласно требованию обеспечения статической устойчивости и термической стойкости ЛЭП, владеет методикой расчёта и оценки схемных и режимных параметров протяжённых линий электропередач.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо усвоил требования, предъявляемые к линиям электропередач постоянного и переменного тока, способен рассчитать установившиеся режимы протяжённых линий электропередач, правильно применяет теоретические положения при оценке статической устойчивости и термической стойкости ЛЭП.
«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет поверхностные знания только основного материала, но не усвоил методику расчётов установившихся режимов протяжённых линий электропередач, допускает неточности, испытывает затруднения при оценке статической устойчивости и термической стойкости ЛЭП.
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в определениях, с большими затруднениями выполняет оценку статической устойчивости и термической стойкости ЛЭП и расчёт режимов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, контрольно-расчетных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

### **Вопросы для собеседования / устного опроса**

#### **Раздел 1. Протяжённые электропередачи переменного тока**

1. Почему повышается напряжение на открытом конце при холостом ходе?
2. В каких связях (электропередачах) возможно изменение направления перетока?
3. Чем характеризуются слабые связи?
4. Что такое погонные параметры линии?
5. К какому виду относятся телеграфные уравнения?
6. Чем определяется максимальная мощность электропередачи?
7. Чем определяется предельная мощность электропередачи?
8. Если максимальная мощность электропередачи равна 200 МВт, а предельная – 500, то чему равна пропускная способность электропередачи?
9. Чему способствует повышение класса напряжения линии?
10. Что такое коэффициент распространения волны?
11. Что представляет собой коэффициент затухания волны?
12. Что представляет собой коэффициент изменения фазы волны?
13. Из каких волн состоит результирующая волна тока и напряжения?
14. Что такое волновое сопротивление?
15. Какой параметр линии влияет на длину волны?
16. Какой характер носит зависимость мощности от длины дальней электропередачи?
17. При каком значении сопротивления нагрузки мощность называется натуральной?
18. Каково сопротивление напряжений в начале и конце линии при перетоке равном натуральной мощности и отсутствии генерации линией реактивной мощности?
19. Каково сопротивление напряжений в начале и конце линии при перетоке меньше натуральной мощности и отсутствии генерации линией реактивной мощности?

20. Каково сопротивление напряжений в начале и конце линии при перетоке больше натуральной мощности и отсутствии генерации линией реактивной мощности?

21. Каково направление реактивной мощности при равенстве напряжений в начале и конце линии при перетоке меньше натуральной мощности и длине меньше 3000 км?

22. Каково направление реактивной мощности при равенстве напряжений в начале и конце линии при перетоке больше натуральной мощности и длине меньше 3000 км?

23. Каково направление реактивной мощности при равенстве напряжений в начале и конце линии при перетоке меньше натуральной мощности и длине больше 3000 км?

24. Каково направление реактивной мощности при равенстве напряжений в начале и конце линии при перетоке больше натуральной мощности и длине больше 3000 км?

25. От чего зависят постоянные потери в линии?

26. От чего зависят переменные потери в линии?

27. Что такое компенсация параметров линии к нулевой длине?

28. К чему приводит компенсация волнового сопротивления?

29. К чему приводит компенсация волновой длины?

30. Что такое неполнофазный режим?

31. Чем вызвано самовозбуждение?

32. Какие управляющие воздействия способствуют ресинхронизации энергосистемы?

33. Что такое квазистационарные перенапряжения?

34. Что такое нестационарные перенапряжения?

35. Чем вызвано резонансное повышение напряжения?

36. В чем основная причина повышения напряжения в переходных режимах?

37. При каких углах электропередачи деление системы в асинхронном режиме вызывает наибольшие перенапряжения?

38. Какие управляющие воздействия нужно применять при повышении напряжения?

39. Для чего предназначены разрядники?

40. В чем заключается форсировка реактора?

## **Раздел 2. Передачи постоянного тока**

41. Какие основные элементы входят в передачу постоянного тока?

42. Куда направлена мощность при выпрямительном режиме преобразовательной подстанции?

43. Куда направлена мощность при инверторном режиме преобразовательной подстанции?

44. Сколько вентилей используется в трехфазной мостовой схеме?

45. В чем преимущество униполярных линий?



46. В чем преимущество биполярных линий?

47. В чем заключается сложность последовательного включения промежуточных подстанций на передаче постоянного тока?

48. В чем заключается сложность параллельного включения промежуточных подстанций на передаче постоянного тока?

49. При каких условиях становится выгодным использование передач постоянного тока?

50. От чего зависит частота инверторов, ведомых сетью?

### **Раздел 3. Электропередачи переменного тока с управляемыми параметрами**

50. Каковы особенности продольного и поперечного регулирования?

51. Какие параметры позволяет регулировать фазоповоротный трансформатор?

52. Каковы различия регулировать статических тиристорных компенсаторов тип TCR и TSC.

53. Сколько управляемых вентилях в схеме преобразователя напряжения (ПН)?

54. Каковы преимущества статического компенсатора реактивной мощности (СТАТКОМ)?

55. Каковы особенности тиристорно-управляемого продольного компенсатора (ТУПК)?

56. Какие параметры позволяет регулировать объединённый регулятор потоков мощности (ОРПМ)?

### **Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Требования</b>
<b>«зачтено»</b>	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
<b>«не зачтено»</b>	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

### **Тематика практических занятий**

1. Распределение напряжения, тока и реактивной мощности вдоль линии

электропередачи.

2. Круговые диаграммы и угловые характеристики мощности.
3. Выбор мощности и места установки шунтирующих реакторов.
4. Расчет режимов малых нагрузок, загрузка генераторов и синхронных компенсаторов реактивной мощностью, стекающей с линии.
5. Предел передаваемой мощности и его повышение с помощью установки продольной компенсации.

### Критерии оценки практических занятий

Оценка	Требования
<i>«зачтено»</i>	Студент выполняет задание в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения расчетов. Грамотно и логично описывает ход работы, правильно формулирует выводы, точно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и т.п., умеет обобщать фактический материал. Допускается два/три недочёта или одна негрубая ошибка и один недочёт. Работа соответствует требованиям и выполнена в срок.
<i>«не зачтено»</i>	Студент выполнил работу не полностью, объём выполненной части не позволяет сделать правильные выводы; не определяет самостоятельно цель работы; в ходе работы допускает одну и более грубые ошибки, которые не может исправить, или неверно производит расчеты; не умеет обобщать фактический материал.

### Тематика контрольно-расчетных работ

1. Нормальные режимы протяжённых линий электропередачи.
2. Параметры и схемы замещения линий электропередач.
3. Режимы одностороннего включения линий электропередач.
4. Устойчивость и пропускная способность электропередач.

### Критерии оценки контрольно-расчетных работ

Оценка	Требования
<i>«зачтено»</i>	Студент выполнил контрольно-расчетную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности этапов проведения работы, самостоятельно строит профиль под контролем преподавателя, при необходимости задает наводящие вопросы. Допускается неточность тех линий, по которым нет достаточной информации, но в логических пределах.
<i>«не зачтено»</i>	Студент выполнил работу не полностью, объём выполненной части не

	<p>позволяет самостоятельно выстроить профиль; в ходе работы допускает грубые ошибки, которые не может исправить. Контрольно-расчетная работа не выполнена.</p>
--	---