

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения

**Код модуля**  
1157054

**Модуль**  
Функционирование электроэнергетических  
систем

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Крючков Павел Анатольевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Кафедра автоматизированных электрических систем

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Авторы:**

- **Крючков Павел Анатольевич, Доцент, автоматизированных электрических систем**

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения**

1.	<b>Объем дисциплины в зачетных единицах</b>	3	
2.	<b>Виды аудиторных занятий</b>	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	<b>Промежуточная аттестация</b>	Экзамен	
4.	<b>Текущая аттестация</b>	Контрольная работа	2
		Расчетная работа	1

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>	<b>Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ПК-3 -Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния	З-45 - Объяснять способы передачи электроэнергии на большие расстояния З-46 - Объяснять особенности режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения З-47 - Описывать физические, математические и практические основы анализа нагрузочных и особых режимов работы дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения З-48 - Описывать способы и устройства повышения пределов передаваемой мощности и устройства,	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Расчетная работа Экзамен

	<p>реализующие технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>З-49 - Объяснять преимущества и недостатки передач постоянного тока по сравнению с передачами переменного тока</p> <p>П-30 - Иметь практический опыт использования программных комплексов для анализа режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>П-31 - Предлагать мероприятия для повышения пределов передаваемой мощности и применения устройств, управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>У-31 - Использовать современные программно-вычислительные комплексы для электроэнергетических расчетов</p> <p>У-32 - Анализировать режимы дальних линий электропередачи</p> <p>У-33 - Выбирать устройства, для реализации технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p>	
<p>ПК-4 -Способен проектировать новые объекты электроэнергетики с технико-экономическим обоснованием проектов</p>	<p>З-17 - Объяснять способы передачи электроэнергии на большие расстояния</p> <p>З-18 - Объяснять особенности режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-19 - Описывать физические, математические и практические основы анализа нагрузочных и особых режимов работы дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-20 - Описывать способы и устройства повышения пределов передаваемой мощности и устройства, реализующие технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p>	<p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетная работа</p> <p>Экзамен</p>

	<p>З-21 - Объяснять преимущества и недостатки передач постоянного тока по сравнению с передачами переменного тока</p> <p>П-12 - Иметь практический опыт использования программных комплексов для анализа режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>П-13 - Предлагать мероприятия для повышения пределов передаваемой мощности и применения устройств, управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>У-13 - Использовать современные программно-вычислительные комплексы для электроэнергетических расчетов</p> <p>У-14 - Анализировать режимы дальних линий электропередачи</p> <p>У-15 - Выбирать устройства, для реализации технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p>	
<p>ПК-5 -Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления электроэнергетической системой, определять эффективные режимы её работы</p>	<p>З-40 - Объяснять способы передачи электроэнергии на большие расстояния</p> <p>З-41 - Объяснять особенности режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-42 - Описывать физические, математические и практические основы анализа нагрузочных и особых режимов работы дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-43 - Описывать способы и устройства повышения пределов передаваемой мощности и устройства, реализующие технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>З-44 - Объяснять преимущества и недостатки передач постоянного тока по сравнению с передачами переменного тока</p>	<p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетная работа</p> <p>Экзамен</p>

	<p>П-26 - Иметь практический опыт использования программных комплексов для анализа режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>П-27 - Предлагать мероприятия для повышения пределов передаваемой мощности и применения устройств, управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>У-26 - Использовать современные программно-вычислительные комплексы для электроэнергетических расчетов</p> <p>У-27 - Анализировать режимы дальних линий электропередачи</p> <p>У-28 - Выбирать устройства, для реализации технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p>	
<p>ПК-6 -Способен контролировать и оценивать допустимость режимов работы электроэнергетической системы, обеспечивать их эффективность</p>	<p>З-24 - Объяснять способы передачи электроэнергии на большие расстояния</p> <p>З-25 - Объяснять особенности режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-26 - Описывать физические, математические и практические основы анализа нагрузочных и особых режимов работы дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-27 - Описывать способы и устройства повышения пределов передаваемой мощности и устройства, реализующие технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>З-28 - Объяснять преимущества и недостатки передач постоянного тока по сравнению с передачами переменного тока</p> <p>П-12 - Иметь практический опыт использования программных комплексов для анализа режимов дальних</p>	<p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетная работа</p> <p>Экзамен</p>

	<p>линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>П-13 - Предлагать мероприятия для повышения пределов передаваемой мощности и применения устройств, управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>У-15 - Использовать современные программно-вычислительные комплексы для электроэнергетических расчетов</p> <p>У-16 - Анализировать режимы дальних линий электропередачи</p> <p>У-17 - Выбирать устройства, для реализации технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p>	
<p>ПК-7 -Способен обеспечивать безопасное и надежное управление режимами энергосистемы с обеспечением требуемого качества электрической энергии</p>	<p>З-33 - Объяснять способы передачи электроэнергии на большие расстояния</p> <p>З-34 - Объяснять особенности режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-35 - Описывать физические, математические и практические основы анализа нагрузочных и особых режимов работы дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-36 - Описывать способы и устройства повышения пределов передаваемой мощности и устройства, реализующие технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>З-37 - Объяснять преимущества и недостатки передач постоянного тока по сравнению с передачами переменного тока</p> <p>П-21 - Иметь практический опыт использования программных комплексов для анализа режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>П-22 - Предлагать мероприятия для повышения пределов</p>	<p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетная работа</p> <p>Экзамен</p>

	<p>передаваемой мощности и применения устройств, управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>У-23 - Использовать современные программно-вычислительные комплексы для электроэнергетических расчетов</p> <p>У-24 - Анализировать режимы дальних линий электропередачи</p> <p>У-25 - Выбирать устройства, для реализации технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p>	
--	--	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,60</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа</i>	2,	50
<i>контрольная работа</i>	2,	40
<i>работа на лекциях</i>	2,	10
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,40</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,60</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,20</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>расчетная работа</i>	2,	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,00</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,00</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,20</b>		

Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение заданий на лабораторных занятиях</i>	2,	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - <b>1,00</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>0,00</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – <b>не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– <b>не предусмотрено</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для

	продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

#### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

### 5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Расчет параметров реальной и идеальной ДЛЭП: постоянная передачи и ее составляющие, волновое сопротивление и натуральная мощность линии. Погрешность идеализации параметров ДЛЭП. Параметры ДЛЭП разных классов напряжения. Расчет параметров режима передачи натуральной мощности по уравнениям длинной линии и П-образной схеме замещения. Оценка погрешности модели без учета распределённости параметров ЛЭП.

2. Расчет нагрузочных режимов «без регулирования» (PQ-режимы): режимы «малых» и «максимальных» нагрузок, режим передачи натуральной мощности. Расчет нагрузочных режимов «с регулированием» (PV-режимы): режимы «малых» и «максимальных» нагрузок, режим передачи натуральной мощности. Построение распределения напряжения вдоль линии в нагрузочных режимах Расчет режима холостого хода ДЛЭП. Выбор реактора для ввода режима в область допустимых значений по напряжению. Распределение напряжения вдоль линии до и после установки реакторов на линии.

3. Увеличение предела передаваемой мощности ДЭП разными методами: повышение класса напряжения, увеличение количества цепей, компенсация волновой длины линии. Сравнение эффективности методов продольной, поперечной и комбинированной компенсации волновой длины линии Расчет необходимой степени компенсации ДЛЭП. Расчет величины отключаемой мощности в аварийных режимах при разном количестве переключательных пунктов.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Расчет параметров ДЛЭП. Оценка погрешности параметров идеальной линии (линии без активных потерь).

2. Расчет и анализ основных режимов ДЛЭП: нагрузочные режимы, холостой ход, регулирование напряжения и реактивной мощности, распределение напряжения вдоль линии Поиск диапазонов передаваемой мощности, не требующих дополнительного регулирования параметров режима. Оценка погрешности ручного и машинного расчетов, выполненных для основных режимов ДЛЭП

3. Компенсация и настройка параметров ДЛЭП. Выбор необходимой степени компенсации Анализ угловых характеристик в нормальных и послеаварийных режимах ДЛЭП Построение зависимости величины отключаемой мощности от количества переключательных пунктов. Технико-экономическое сопоставление вариантов проектирования ДЛЭП

LMS-платформа – не предусмотрена

## 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

## Базовый

### 5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Расчет нагрузочных и особых режимов ДЛЭП (PQ, PV, холостой ход)

Примерные задания

1. Рассчитать режим P-Q для линии с заданными параметрами:  $X_0=0.3 \text{ Ом/км}$ ,  $B_0=3.6 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$ ,  $L=600 \text{ км}$ , 2 цепи  $U_2=500 \text{ кВ}$ ,  $P_2=700 \text{ МВт}$ ,  $Q_2=0 \text{ Мвар}$ .

2. Рассчитать режим P-V для линии с заданными параметрами:  $X_0=0.3 \text{ Ом/км}$ ,  $B_0=3.6 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$ ,  $L=800 \text{ км}$ , 1 цепь  $U_2=500 \text{ кВ}$ ,  $P_2=800 \text{ МВт}$ .

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Расчет предела передаваемой мощности ДЛЭП при заданной степени продольной и/или поперечной компенсации волновой длины линии

2. Расчет необходимой степени компенсации ДЛЭП

Примерные задания

1. Определить, как изменится коэффициент запаса передаваемой мощности по статической устойчивости после продольной компенсации на 10% ДЛЭП с заданными параметрами  $U_{ном}=750 \text{ кВ}$ ,  $X_0=0.28 \text{ Ом/км}$ ,  $B_0=0.4 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$ ,  $L=1000 \text{ км}$ , 2 цепи.

2. Рассчитать необходимую степень компенсации для линии длиной 1000 км, 2 цепи,  $U_2=500 \text{ кВ}$ ,  $P_2=2000 \text{ МВт}$ , марка провода ЗАС400/51.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Расчетная работа

Примерный перечень тем

1. Расчет и анализ режимов дальних электропередач сверхвысокого напряжения

2. Расчет необходимой степени компенсации ДЛЭП

Примерные задания

1. Рассчитать и проанализировать режим электропередачи:

2. Длина ДЛЭП = 1250 км; P генератора = 200 МВт; количество генераторов = 20 шт.

3. Рассчитать необходимую степень компенсации ДЛЭП.

LMS-платформа – не предусмотрена

## 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Дальние передачи переменного тока (виды, область применения)

2. Уравнения ДЛЭП. Волновые параметры ДЛЭП. Натуральная мощность.

3. Уравнения идеальной ДЛЭП. Волновые параметры идеальной ДЛЭП.
  4. Характеристика нагрузочного режима ДЛЭП при передаче натуральной мощности
  5. Характеристика режимов минимальных нагрузок ДЛЭП
  6. Характеристика режимов максимальных нагрузок ДЛЭП
  7. Характеристика нагрузочного режима ДЛЭП при передаче натуральной мощности
  8. Характеристика нагрузочных режимов при регулировании напряжения по концам ДЛЭП (PV-режим).
  9. Напряжение в середине ДЛЭП (вывод уравнения для общего случая и при условии регулирования напряжений по концам линий)
  10. Распределение напряжения вдоль ДЛЭП в PQ-режимах
  11. Распределение напряжения вдоль ДЛЭП в PV-режимах
  12. Режим холостого хода (особенности, регулирование)
  13. Распределение напряжения вдоль ДЛЭП в режиме холостого хода
  14. Режимы и особенности передачи переменного тока в четверть длины волны
  15. Режимы и особенности передачи переменного тока в половину длины волны
  16. Уравнения активной и реактивной мощности ДЛЭП.
  17. Предел передаваемой мощности ( $P_{max}$ ) по статической устойчивости ДЛЭП. Зависимость  $P_{max}$  от длины линии. Анализ предела передаваемой мощности для линий четверть и половины длины волны
  18. Методы увеличения пропускной способности ДЛЭП.
  19. Компенсация волновой длины линии
  20. Настройка волновой длины линии на полуволну.
  21. Автоматическая аварийная разгрузка ДЛЭП. Переключательные пункты. Оптимальное количество переключательных пунктов.
  22. Управляемые источники реактивной мощности и FACTS-технологии (виды, область применения)
  23. Управляемые шунтирующие реакторы
  24. Передачи и вставки постоянного тока (виды, область применения, схемы).
  25. Преимущества и недостатки ППТ
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности**

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.