

**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

«05» октября 2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «Переходные процессы в электроэнергетических системах»

Направление подготовки: 13.03.02 «**Электроэнергетика и электротехника**»  
 Профиль подготовки: **Электроснабжение**  
 Уровень высшего образования: **бакалавриат**  
 Форма обучения: **очная**

Семестр	Трудоёмкость, зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачёт)
Седьмой	3/108	18	36	-	54	Зачет, КР
Восьмой	2/72	10	14	-	21	Экзамен - 27
Итого	5/180	28	50	-	75	Зачет, экзамен – 27, КР

Владимир-2015

*mpf*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Целями освоения дисциплины «**Переходные процессы в электроэнергетических системах**» являются: приобретение знаний о физических явлениях при переходных процессах, о методах их расчета, о требованиях к улучшению режимов электрических систем и к условиям оптимального управления ими; формирование способностей использовать знания особенностей переходных режимов при решении задач профессиональной деятельности бакалавров по профилю «Электроснабжение»; формирование готовности к обоснованию принятых технических решений с учётом экономических и экологических последствий их применения.

**Результатом** достижения названных целей является приобретение выпускником, освоившего программу бакалавриата, новых общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, к наиболее важным из которых относятся следующие:

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3);
- способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);
- готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
- способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6).

Достижение названных целей предполагает решение следующих задач:

- изучение понятий и принципов обеспечения устойчивой работы электроэнергетической системы при изменении параметров режима и системы;
- изучение основных инженерных методов и критериев оценки устойчивой работы электроэнергетической системы;
- овладение навыками анализа результатов расчета переходных электромагнитных и электромеханических переходных процессов, при заданных допущениях, с дальнейшей физической интерпретацией формализованных решений сложных задач;
- приобретение умений правильно выбирать, налаживать и эксплуатировать электрооборудование энергетических объектов.

- приобретение навыков формирования законченных представлений о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчёта с его публичной защитой.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «**Переходные процессы в электроэнергетических системах**» (ПП в ЭЭС) относится к дисциплинам базовой части основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) бакалавриата направления «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Электроснабжение». Дисциплина логически и содержательно-методически тесно связана с рядом теоретических дисциплин и практик предшествующего периода обучения.

Дисциплины базовой части раздела Б1 формируют необходимые для изучения переходных процессов в электроэнергетических системах способности к обобщению и анализу информации, навыки постановки цели и выбора путей её достижения (ОК-1); готовность использовать компьютер как одно из средств освоения новой дисциплины (ОК-11); способности математического анализа и моделирования процессов в электрооборудовании (ПК-2); готовность выявить физическую основу функционирования электрооборудования (ПК-3), способность и готовность понимать актуальность совершенствования систем электроснабжения в экономическом и экологическом аспектах (ОК-14).

К числу учебных дисциплин, наиболее тесно связанных с **ПП в ЭЭС**, относятся «Теоретические основы электротехники», «Информационно-измерительная техника и электроника», «Электропитающие системы и электрические сети», «Надёжность электроснабжения». В результате освоения этих дисциплин студенты приобретают необходимые для изучения **ПП в ЭЭС знания** основных понятий и законов электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей; методов и средств электрических измерений, элементной базы современной энергетической электроники, оборудования электрических станций и подстанций; принципов обеспечения надёжности электроснабжения. Приобретают **умения** применять современные методы расчёта электромагнитных полей, электрических и магнитных цепей; выполнять измерения электрических величин; собирать и налаживать схемы простых электротехнических и электронных устройств. **Овладевают** программными средствами для решения задач теоретической электротехники, современными средствами электрических измерений и аппаратурой для исследования электротехнических и электронных устройств.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**- знать:**

- историю развития, принципы построения и инновационные тенденции совершенствования систем электроснабжения (ПК-3);
- элементную базу, характеристики, физические явления в элементах электроэнергетических систем, основы теории их функционирования, эксплуатационные требования и регулировочные свойства современного электрооборудования электроэнергетических систем (ПК-5);
- структурные, однолинейные и упрощённые принципиальные схемы основных типов электрооборудования электроэнергетических систем (ПК-6);

**- уметь:**

- применять электромеханические, электронные и микропроцессорные средства РЗА для контроля значений электрических величин с целью защиты электрооборудования электроэнергетических систем, а также использовать современные информационные и телекоммуникационные технологии для повышения надёжности и энергоэффективности электрооборудования электроэнергетических систем (ПК-14);
- выбирать и реализовывать эффективные режимы работы электрооборудования электроэнергетических систем по заданным методикам, правильно эксплуатировать электрооборудование промышленных объектов, проводить ремонтные и профилактические работы (ПК-16);
- составлять и оформлять оперативную документацию, предусмотренную правилами эксплуатации электрооборудования электроэнергетических систем, обосновывать принятые технические решения на основе анализа их технологических, экономических и экологических последствий (ПК-17);

**- владеть:**

- методами расчёта переходных процессов в электроэнергетических системах (ПК-6);
- навыками применения современных компьютерных технологий для получения информации о результатах расчёта переходных процессов в электроэнергетических системах (ОПК-2);
- методиками проектирования устойчивых систем электроснабжения заданных категорий надёжности и навыками формирования законченного представления о принятых решениях и полученных результатах в виде технического отчёта с его публичной защитой (ОПК-3), (ПК-9).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 часов.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы и трудоёмкость (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	Переходный процесс в неподвижных магнитносвязанных контурах	7	1	2	2	-	-	6	-	3/75,0	
2	Переходный процесс в магнитносвязанных контурах с вращающимися электрическим машинами. Уравнение Парка – Горева.	7	2-3	2	4	-	-	6		4/66,6	
3	Расчет и анализ токов КЗ. Выбор электрооборудования по условиям токов КЗ	7	4-10	5	14	-	-	18	КР	16/84,2	Рейтинг-контроль
4	Расчет токов и напряжений при несимметричных КЗ	7	11-14	5	8	-	-	16		11/84,6	Рейтинг-контроль
5	Замыкания в распределительных сетях и системах электроснабжения	7	15-16	2	6	-	-	6		6/75,0	
6	Переходные процессы в узлах нагрузки	7	17-18	2	2	-	-	2		3/75,0	Рейтинг-контроль
<b>Всего за седьмой семестр:</b>				<b>18</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>54</b>	<b>КР</b>	<b>43/79,6</b>	<b>Зачет</b>
8	Переходные электромеханические процессы в электроэнергетических системах	8	1-2	2	2	-	-	4		3/75,0	
9	Устойчивость режимов систем при малых и больших возмущениях. Статическая и динамическая устойчивость	8	3-5	4	6	-	-	8		8/80,0	Рейтинг-контроль
10	Анализ устройств и средств стабилизации режимов. Асинхронные режимы	8	6-7	2	4	-	-	6		5/83,3	Рейтинг-контроль
11	Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных режимов электрических систем	8	8-10	2	2	-	-	3		3/75,0	Рейтинг-контроль
<b>Всего за восьмой семестр:</b>				<b>10</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>21</b>		<b>19/79,1</b>	<b>Экзамен - 27</b>
<b>Всего за учебный год:</b>				<b>28</b>	<b>50</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>75</b>	<b>КР</b>	<b>62/79,5</b>	<b>Зачет, экзамен - 27</b>

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами и электронными проекторами, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Чтение лекций сопровож-

дается демонстрацией компьютерных слайдов, общим количеством 519 шт. (Набор слайдов содержится на сайте электронных средств обучения ВлГУ).

5.2. Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в лаборатории электроэнергетики кафедры ЭтЭн. Лаборатория кафедры имеет 4 стенда, на которых можно смоделировать основные схемы аварийных режимов электроэнергетических систем.

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

6.1. Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый в форме тестирования на 5-й, 9-й и 17-й неделе.

### **Вопросы к рейтинг-контролю 7-го семестра**

#### **Блок 1 (1-й рейтинг-контроль)**

1. Что такое электрическая система и из каких элементов она состоит?
2. Простейшая электрическая система.
3. Режимы и процессы. Различные виды режимов и процессов в электрических системах.
4. Статическая устойчивость электроэнергетической системы.
5. Динамическая устойчивость электроэнергетической системы.
6. Нелинейность элементов в электрической системе.
7. Параметры режима и параметры системы.
8. Характерные стадии переходных режимов и их влияние на оборудование электрической системы.
9. Возмущение режима и возмущающее воздействие.
10. Основные допущения при анализе режимов электрических систем (линеаризация, учет изменения мгновенных значений, учет огибающих).
11. По каким признакам разделяются системы на простые и сложные?
12. Взаимосвязь дифференциальных уравнений движения ротора синхронной машины и электрической системы.
13. Вычисление порядка дифференциального уравнения электрической системы.
14. Пути снижения порядка дифференциального уравнения электрической системы.
15. В чем отличие дифференциальных уравнений для расчета статической устойчивости и динамической устойчивости.
16. Основные допущения при составлении схем замещения элементов электрических систем.
17. Схемы замещения линии электропередачи.
18. Схемы замещения синхронной машины.
19. Схемы замещения асинхронного двигателя для точных и приближенных расчетов.

20. Схемы замещения трансформатора для точных и приближенных расчетов.

### **Блок 2 (2-й рейтинг-контроль)**

1. Суть теории двух реакций.
2. Уравнения Парка – Горева.
3. Взаимосвязь фазных величин трехфазной системы с одноименными величинами двухобмоточной машины.
4. Выражение электромагнитного момента по теории двух реакций.
5. Взаимосвязь электромагнитного момента и мощности по теории двух реакций.
6. Уравнения движения ротора с позиции теории двух реакций.
7. Упрощение уравнения движения ротора.
8. Физический смысл уравнений Лонглея.
9. Уравнения Парка – Горева в операторном виде.
10. Уравнения потокосцеплений синхронной машины.
11. Операторные синхронные и переходные реактивности СМ.
12. Алгоритм исследования резких изменений режима работы СМ.
13. Решение системы уравнений СМ в операторном виде и установление характера переходного процесса.
14. Взаимосвязь между изменением скорости ротора и вращающим моментом.
15. Упрощенные уравнения Парка – Горева и векторные диаграммы СМ.
16. Векторная диаграмма явнополусной СМ.
17. Векторная диаграмма неявнополусной СМ.
18. Выражение мощности на шинах генератора посредством различных ЭДС.
19. Выражение мощности на шинах нагрузки (в конце передачи).
20. Угловые характеристики СМ для различных режимов.

### **Блок 3 (3-й рейтинг-контроль)**

1. Упрощенные уравнения Парка – Горева и векторные диаграммы СМ.
2. Векторная диаграмма явнополусной СМ.
3. Векторная диаграмма неявнополусной СМ.
4. Выражение мощности на шинах генератора через различные ЭДС.
5. Выражение мощности на шинах нагрузки (в конце передачи).
6. Угловые характеристики СМ для различных режимов.
7. Характеристики режима системы.
8. Статические характеристики мощности системы.
9. Условно динамические характеристики мощности системы.
10. Регулирующий эффект нагрузки.
11. Несинхронный режим СМ в простейшей системе.
12. Способы нахождения статических характеристик мощности при несинхронном режиме.
13. Влияние скольжения СМ на баланс активных мощностей в системе.
14. Условия взаимосвязи статических и динамических характеристик с вращающим моментом генератора при несинхронной скорости.
15. Задачи анализа сложной электрической системы при переходных режимах.
16. Исследование электрической системы при синхронной частоте.
18. Метод единичных токов при исследовании распределения токов в ветвях электрической системы.

19. Исследование сложной электрической системы при неодинаковой скорости синхронных машин.
20. Расчет асинхронных составляющих токов и мощностей сложной электрической системы при неодинаковой скорости синхронных машин.
21. Алгоритм расчета статических характеристик нелинейной электрической системы.
22. Максимальная мощность в конце электропередачи.
23. Максимальная мощность электропередачи по генераторному концу.
24. Пропускная способность электропередачи в зависимости от принятой расчетной схемы замещения.

### \Вопросы к рейтинг-контролю 8-го семестра

#### Блок 1 (1-й рейтинг-контроль)

1. Условия осуществимости режима электрической системы.
2. Энергетика переходного процесса.
3. Критерии устойчивости и избыточная энергия.
4. Критерии устойчивости и избыточная мощность.
5. Практические критерии устойчивости электрической системы.
6. Текучесть нормального режима электрической системы.
7. Критерии устойчивости простейшей электрической системы.
8. Критерии устойчивости асинхронного двигателя.
9. Критерии динамической устойчивости электрической системы.
10. Суть метода последовательных интервалов при определении времени отключения..
11. Запас устойчивости электрической системы по напряжению.
12. Запас устойчивости электропередачи.
13. Запас устойчивости межсистемной электропередачи.
14. Критерии оценки динамической устойчивости электрической системы.
15. Определение площадей торможения и ускорения.
16. Условия определения предельного угла отключения.
17. Понятия начального и критического углов характеристики мощности генератора.
18. Запас динамической устойчивости электрической системы при уточненных расчетах.
19. Виды и продолжительность КЗ при расчетах коэффициента запаса динамической устойчивости.
20. Задачи анализа статической устойчивости нерегулируемой системы.
21. Синхронизирующая мощность и приращение угла  $\delta$ .
22. Оценка статической устойчивости нерегулируемой системы по линеаризованной угловой характеристике мощности.
23. Условия статической устойчивости идеальной СМ.
24. Условия статической устойчивости реальной СМ.



25. Влияние демпфирования на условия статической устойчивости.

### **Блок 2 (2-й рейтинг-контроль)**

1. Признаки нарушения статической устойчивости при учете электромагнитных процессов.
2. Условия статической устойчивости по критерию Гурвица.
3. Неустойчивость типа самовозбуждение.
4. Неустойчивость типа самораскачивание.
5. Статическая устойчивость при АРВ пропорционального типа.
6. Статическая устойчивость при АРВ сильного действия.
7. Регулирующий эффект нагрузки.
8. Понятие электрического центра системы.
9. Задачи анализа устойчивости сложной системы.
  10. Узлы нагрузки. Понятия и определения.
  11. Задачи анализа устойчивости узла нагрузки.
  12. Статические и динамические характеристики узла нагрузки.
  13. Как можно получить расчетом и экспериментом статические характеристики комплексной нагрузки?
  14. Задачи анализа устойчивости асинхронной нагрузки.
  15. Статические характеристики асинхронного двигателя.
  16. Гашение магнитного поля синхронной машины.
  17. Эквивалентная постоянная времени электрической системы.
  18. Ударный ток при коротком замыкании.
  19. Напряжения в узлах нагрузки при аварийных режимах.
  20. Эквивалентность практических критериев оценки устойчивости электрической системы.

### **Блок 3 (3-й рейтинг-контроль)**

1. Понятие критического скольжения, момента, мощности.
2. «Опрокидывание» асинхронного двигателя.
3. Лавина напряжения и методы борьбы с ней.
4. Динамические характеристики асинхронного двигателя.
5. Характеристики синхронной нагрузки.
6. Влияние изменения частоты на статическую устойчивость асинхронного двигателя.
7. Основные дифференциальные уравнения сложной линеаризованной электрической системы.
8. Упрощенные методы исследования устойчивости сложной линеаризованной электрической системы.
9. Динамика работы сложной электрической системы в момент внезапного нарушения режима.

10. Причины изменения частоты и мощности в сложной электрической системе и пути их минимизации.
11. Условия возникновения режима самозапуска двигателей.
12. Расчет времени разбега асинхронного двигателя.
13. Расчет времени пуска асинхронного двигателя.
14. Расчет времени выбега асинхронного двигателя.
15. Наброс нагрузки асинхронного двигателя.
16. Расчет допустимого времени наброса нагрузки асинхронного двигателя.
17. Пуск синхронного двигателя и расчет допустимого времени наброса нагрузки.
18. Мероприятия по обеспечению устойчивости электрической системы.
19. Результирующая устойчивость электрической системы.
20. Условие баланса мощности в электроэнергетической системе.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в седьмом и экзамена в восьмом семестрах.

#### **Вопросы к зачету**

1. Виды режимов и процессов в электрических системах. Параметры режима и параметры системы. Классификация переходных процессов и виды коротких замыканий в системах электроснабжения.
2. Особенности переходных процессов в неподвижных магнитно связанных цепях на примере «воздушного» трансформатора.
3. Особенности переходных процессов в магнитно связанных цепях с подвижными частями. Влияние нелинейных параметров.
4. Векторные диаграммы синхронной машины при установившемся режиме короткого замыкания.
5. Характеристики холостого хода и короткого замыкания СМ. Спрявление характеристик.
6. Переходные процессы в синхронной машине при гашении магнитного поля.
7. Переходные процессы при форсировке возбуждения синхронной машины.
8. Переходные процессы при включении силовых трансформаторов на холостой ход.
9. Внезапное короткое замыкание силового трехфазного трансформатора.
10. Трехфазное короткое замыкание в неразветвленной цепи и за трансформатором.
11. Влияние нагрузки на характер переходного процесса при симметричном трехфазном КЗ.
12. Влияние АРВ на характер переходного процесса при симметричном трехфазном КЗ. Критические параметры генератора.
13. Схемы замещения СМ без демпферных обмоток в начальный момент нарушения режима.

14. Влияние демпферных обмоток СМ на характер переходного процесса в начальный момент нарушения режима.
15. Расчет начального сверхпереходного тока.
16. Расчет периодической составляющей тока короткого замыкания.
17. Расчет ударного тока. Учет асинхронных двигателей.
18. Дифференциальные уравнения переходного процесса в синхронной машине в фазных координатах и их линейное преобразование.
19. Уравнения Парка – Горева в классической форме.
20. Уравнения Парка – Горева в операторной форме.
21. Расчет начальных значений периодической составляющей тока трехфазного КЗ от синхронной машины без учета и с учетом демпферных контуров.
22. Влияние и учет электродвигателей и нагрузок в начальный момент КЗ.
23. Расчет начальных значений периодической и аperiodической составляющих тока трехфазных КЗ (в том числе и компьютерными методами).
24. Переходный процесс в синхронной машине при трехфазном КЗ без учета и с учетом демпферных контуров.
25. Влияние системы возбуждения на переходный процесс.
26. Переходный процесс в синхронной машине при отключении короткого замыкания и повторном КЗ.
27. Выбор электрооборудования по условиям токов коротких замыканий.
28. Влияние удаленности КЗ на переходный процесс в синхронной машине.
29. Расчет токов удаленных КЗ. Практические методы расчета токов КЗ.
30. Метод расчетных кривых и метод спрямленных характеристик.
31. Влияние магнитной не симметрии ротора на фазные напряжения статора.
32. Применение метода симметрических составляющих для анализа переходных процессов несимметричных КЗ в трехфазных цепях, содержащих синхронные машины.
33. Параметры прямой, обратной и нулевой последовательности различных элементов электроэнергетической системы. Синхронные и асинхронные машины.
34. Параметры прямой, обратной и нулевой последовательности различных элементов электроэнергетической системы. Воздушные и кабельные линии.
35. Параметры прямой, обратной и нулевой последовательности различных элементов электроэнергетической системы. Обобщенная нагрузка и трансформаторы.
36. Схемы замещения элементов электрической системы для токов прямой, обратной и нулевой последовательности.
37. Расчет токов и напряжений при однофазном и двухфазном замыкании на землю.
38. Расчет токов и напряжений при двухфазном КЗ и двухфазном КЗ на землю.
40. Комплексные схемы замещения. Использование правила эквивалентности при расчете несимметричных КЗ.
41. Основные расчетные соотношения при однократной продольной не симметрии. Обрыв одного и двух проводов.
42. Комплексные схемы замещения при продольной не симметрии.
43. Сложные виды повреждений. Однофазное КЗ с разрывом фазы.
44. Сложные виды повреждений. Двойное замыкание на землю.

45. Замыкания в распределительных сетях и системах электроснабжения, особенности расчета токов КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ.

### Вопросы к экзамену

1. Классификация переходных процессов и виды коротких замыканий в системах электроснабжения.
2. Особенности переходных процессов в неподвижных магнитно связанных цепях.
3. Особенности переходных процессов в магнитно связанных цепях с подвижными частями.
4. Векторные диаграммы синхронной машины при установившемся режиме короткого замыкания.
5. Характеристики холостого хода и короткого замыкания СМ. Спрямление характеристик.
6. Переходные процессы при гашении магнитного поля, форсировке возбуждения синхронной машины и включении трансформаторов на холостой ход.
7. Переходные процессы при гашении магнитного поля.
8. Переходные процессы при форсировке возбуждения синхронной машины.
9. Переходные процессы при включении трансформаторов на холостой ход.
10. Внезапное короткое замыкание трехфазного трансформатора.
11. Трехфазное короткое замыкание в неразветвленной цепи и за трансформатором.
12. Влияние нагрузки на характер переходного процесса при симметричном трехфазном КЗ.
13. Влияние АРВ на характер переходного процесса при симметричном трехфазном КЗ. Критические параметры генератора.
14. Схемы замещения СМ без ДО в начальный момент нарушения режима.
15. Влияние ДО СМ на характер переходного процесса в начальный момент нарушения режима.
16. Расчет начального сверхпереходного тока.
17. Расчет ударного тока. Учет асинхронных двигателей.
18. Дифференциальные уравнения переходного процесса в синхронной машине в фазных координатах и их линейное преобразование.
19. Уравнения Парка – Горева в классической форме.
20. Уравнения Парка – Горева в операторной форме.
21. Расчет начальных значений периодической составляющей тока трехфазного КЗ от синхронной машины без учета и с учетом демпферных контуров.
22. Влияние и учет электродвигателей и нагрузок в начальный момент КЗ.
23. Расчет начальных значений периодической и апериодической составляющих тока трехфазных КЗ (в том числе и компьютерными методами).
24. Переходный процесс в синхронной машине при трехфазном КЗ без учета и с учетом демпферных контуров.
25. Влияние системы возбуждения на переходный процесс.
26. Переходный процесс в синхронной машине при отключении короткого замыкания и повторном КЗ.
27. Выбор электрооборудования по условиям токов коротких замыканий.

28. Влияние удаленности КЗ на переходный процесс в синхронной машине.
29. Расчет токов при удаленных КЗ. Практические методы расчета токов КЗ.
30. Метод расчетных кривых.
31. Метод спрямленных характеристик.
32. Влияние магнитной не симметрии ротора на фазные напряжения статора.
33. Применение метода симметрических составляющих для анализа переходных процессов при несимметричных КЗ в трехфазных цепях, содержащих синхронные машины.
34. Параметры прямой, обратной и нулевой последовательности различных элементов электроэнергетической системы. Синхронные и асинхронные машины.
35. Параметры прямой, обратной и нулевой последовательности различных элементов электроэнергетической системы. Воздушные и кабельные линии.
36. Параметры прямой, обратной и нулевой последовательности различных элементов электроэнергетической системы. Обобщенная нагрузка и трансформаторы.
37. Схемы замещения элементов системы для токов прямой, обратной и нулевой последовательности.
38. Расчет токов и напряжений при однофазном и двухфазном замыкании на землю.
39. Расчет токов и напряжений при двухфазном КЗ и двухфазном КЗ на землю.
40. Комплексные схемы замещения. Использование правила эквивалентности при расчете несимметричных КЗ.
41. Основные расчетные соотношения при однократной продольной не симметрии. Обрыв одного и двух проводов.
42. Комплексные схемы замещения при продольной не симметрии.
43. Сложные виды повреждений. Однофазное КЗ с разрывом фазы.
44. Сложные виды повреждений. Двойное замыкание на землю.
45. Замыкания в распределительных сетях и системах электроснабжения, особенности расчета токов КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ.
46. Основные понятия о переходных электромеханических процессах в электроэнергетических системах.
47. Виды режимов электроэнергетической системы. Требования, предъявляемые к режимам. Осуществимость и устойчивость режимов. Возмущения в системах. Виды устойчивости.
48. Простейшая электрическая система и ее схема замещения.
49. Векторные диаграммы простейшей электрической системы с неявнополусными и явнополусными генераторами.
50. Выражения для активных и реактивных мощностей через различные ЭДС генератора.
51. Собственные и взаимные сопротивления электроэнергетической системы и способы их определения.
52. Определение угловых характеристик мощности через собственные и взаимные сопротивления.
53. Динамическая устойчивость. Причины и характер больших возмущений в электрической системе. Задачи исследования динамической устойчивости.

54. Задачи исследования динамической устойчивости. Допущения, принимаемые при анализе динамической устойчивости
55. Энергетические соотношения, характеризующие движение ротора генератора. Уравнение движения ротора генератора.
57. Способ площадей: допущения и области применения.
58. Численное решение уравнения движения ротора генератора. Метод последовательных интервалов. Учет переходных электромагнитных процессов. Влияние демпфирования.
59. Анализ процессов с учетом форсировки и автоматического регулирования возбуждения (АРВ) генератора. Учет изменения мощности турбины. Автоматическое регулирование частоты вращения (АРЧВ) ротора турбины.
60. Способы приближенного решения уравнения движения ротора генератора. Особенности расчета переходных процессов в сложной системе.
61. Статическая устойчивость электрической системы. Задачи и методы исследования.
62. Практические критерии статической устойчивости. Основные допущения и области применения.
63. Математическое описание переходных процессов при анализе статической устойчивости. Метод малых колебаний.
64. Расположение корней характеристического уравнения на комплексной плоскости и вид переходного процесса. Статическая устойчивость и малые колебания в нерегулируемой системе.
65. Самораскачивание и самовозбуждение. Физика явлений и способы расчетов.
66. Упрощенное определение статической устойчивости на основе метода малых колебаний.
67. Анализ статической устойчивости простейшей электрической системы с учетом электромагнитных переходных процессов и регуляторов возбуждения пропорционального действия.
68. Комплексное автоматическое регулирование возбуждения и частоты вращения агрегата. Статическая устойчивость системы с автоматическим регулятором возбуждения сильного действия.
69. Изменения частоты в электроэнергетических системах. Причины и характер изменения частоты. Требования к частоте как к общесистемному показателю качества электроэнергии. Виды регулирования первичных двигателей.
70. Статические характеристики нерегулируемых и регулируемых первичных двигателей в системе. Определение динамических характеристик частоты в системе. «Лавина» частоты и способы ее предотвращения.
71. Переходные процессы в узлах нагрузки электрических систем. Задачи исследования. Статические и динамические характеристики нагрузки.
72. Представление нагрузки эквивалентным асинхронным двигателем. Соизмеримость мощностей нагрузки и источника электроэнергии, и ее влияние на устойчивость нагрузки.

73. Практические критерии устойчивости нагрузки. Включение в нагрузку компенсирующих устройств и их влияние на устойчивость.

74. Влияние частоты на устойчивость нагрузки. Устойчивость нагрузки, представленной эквивалентным асинхронным двигателем при больших возмущениях.

75. Способы решения уравнений движения ротора эквивалентного двигателя.

76. Асинхронные режимы в электрических системах. Общая характеристика асинхронных режимов и основные задачи их исследования.

77. Причины возникновения асинхронного режима. Понятие результирующей устойчивости. Процесс выпадения из синхронизма и появление асинхронного хода.

78. Необходимое условие синхронизации. Практические способы восстановления синхронного режима.

79. Последовательность операций при ресинхронизации. Практические критерии ресинхронизации.

6.2. Темы контрольных заданий (курсовой работы и расчетно-графических работ):

- Расчет токов при коротких замыканиях – курсовая работа.
- Расчет устойчивости системы электроснабжения по практическим критериям – расчетно-графическая работа.

6.3. В ходе самостоятельной работы по освоению дисциплины студенты имеют возможность использовать активные элементы электронных методических материалов, размещённых на сайте системы дистанционного обучения (СДО) университета.

### **Вопросы к самостоятельной работе студентов**

#### **1. Седьмой семестр. Симметричные короткие замыкания.**

1. Алгоритм расчета тока трехфазного КЗ по методу спрямленных характеристик.

2. Алгоритм расчета тока трехфазного КЗ по методу расчетных кривых.

3. Алгоритм расчета тока трехфазного КЗ по методу типовых кривых.

4. Алгоритм определения сопротивлений основных элементов схемы замещения в относительных единицах по формулам точного и приближенного приведения.

5. Порядок перехода от относительных к именованным единицам при использовании формул точного и приближенного приведения.

6. Векторная диаграмма синхронной машины в переходном режиме и порядок ее построения.

7. Схемы замещения синхронной машины в переходном режиме.

8. Векторная диаграмма синхронной машины в сверхпереходном режиме и порядок ее построения.

9. Схемы замещения синхронной машины в сверхпереходном режиме.
10. Порядок практического расчета начального сверхпереходного и ударного тока.
11. Влияние и учет нагрузки при трехфазном КЗ.
12. Алгоритм расчета тока симметричного трехфазного КЗ при наличии и отсутствии АРВ.
13. Какими параметрами характеризуют процесс в начальный момент внезапного нарушения режима СМ и почему?
14. Алгоритм расчета начального сверхпереходного тока.
15. Алгоритм расчета ударного тока.
16. Дифференциальные уравнения СМ без демпферных обмоток.
17. Уравнения Парка-Горева в двухосной системе координат ротора.
18. Уравнения Парка-Горева в операторной форме.
19. Форсировка возбуждения синхронной машины. Критическое время.
20. Гашение магнитного поля синхронной машины.
21. Внезапное КЗ синхронной машины.
22. Влияние АРВ при внезапном КЗ синхронной машины.
23. Каскадное отключение и повторное включение КЗ.
24. Взаимное электромагнитное влияние синхронных машин при переходном процессе.
25. Практические методы расчета переходного процесса КЗ.
26. Расчет для выбора выключателей по отключающей способности.
27. Приближенный учет системы при практических расчетах симметричных КЗ.

## **2. Восьмой семестр. Несимметричные короткие замыкания.**

1. Влияние магнитной несимметрии ротора на переходный процесс при несимметричном КЗ.
2. Основные уравнения Кирхгофа в базисе несимметричных составляющих.
3. Симметричные составляющие несимметричной трехфазной цепи.
4. Параметры синхронных машин для токов обратной и нулевой последовательности.
5. Параметры асинхронных двигателей и обобщенной нагрузки для токов обратной и нулевой последовательностей.
6. Параметры трансформаторов и автотрансформаторов для токов обратной и нулевой последовательностей.
7. Параметры воздушных линий для токов нулевой последовательности.
8. Порядок составления схем замещения отдельных последовательностей.
9. Результирующие Э.Д.С. и сопротивления при несимметричных режимах.
10. Распределение и трансформация токов и напряжений при несимметричных КЗ.
11. Расчет тока КЗ при двухфазном КЗ.



12. Расчет тока при однофазном КЗ.
13. Расчет тока при двухфазном КЗ на землю.
14. Влияние переходного сопротивления на величину тока КЗ.
15. Комплексные схемы замещения.
16. Сущность правила эквивалентности прямой последовательности и порядок его применения в расчетах несимметричного КЗ.
17. Порядок построения векторных диаграмм токов и напряжений в месте КЗ (например, для однофазного КЗ).
18. Порядок расчета несимметричного КЗ по методу расчетных кривых.
19. Порядок расчета несимметричного КЗ по методу спрямленных характеристик.
20. Приведите сравнение видов КЗ по величине остаточного напряжения в месте КЗ и токов прямой последовательности.
21. Расчет для выбора выключателей по отключающей способности при несимметричном КЗ.
22. Порядок расчета фазных токов при разрыв одной фазы.
23. Порядок расчета разности фазовых напряжений при разрыве двух фаз.
24. Порядок построения векторных диаграмм при однократной продольной несимметрии.
25. Комплексные схемы замещения для случаев продольной несимметрии.
26. Расчет симметричных составляющих токов КЗ при двойном замыкании на землю.
27. Простое замыкание на землю в распределительных сетях.
28. Учет изменения параметров проводников распределительной сети.
29. Порядок расчета токов КЗ в установках до 1000 В.
30. Короткие замыкания в длинных линиях передачи переменного тока.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) основная литература:

1. Филиппова, Т. А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учебник / Т. А. Филиппова — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 294 с.
2. Герасименко, А. А. Статистическое моделирование электрических нагрузок в задаче определения интегральных характеристик систем распре-

ления электрической энергии [Электронный ресурс] : монография / А. А. Герасименко, И. В. Шульгин. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 208 с. - ISBN 978-5-7638-2931-0 - Режим доступа:

3. Боярская, Н.П. Синтез фильтрокомпенсирующих устройств для систем электроснабжения / Н.П. Боярская, В.П. Довгун, Д.Э. Егоров и др. - Краснояр.: СФУ, 2014. - 192 с.: ISBN 978-5-7638-3122-1.

б) дополнительная литература:

1. Колесник, Г.П. Переходные электромеханические процессы в электроэнергетических системах. Учебное пособие. Г.П. Колесник. ВлГУ, Владимир, 2008. – 116 с. ISBN: 978-5-89368-849-8.

2. Начала переменного тока / Филиппова Т.А., Русина А.Г., Дронова Ю.В. - Новосиб.:НГТУ, 2009. - 368 с.: ISBN 978-5-7782-1235-0

3. Режимы электрооборудования электрических станций / Ветров В.И., Быкова Л.Б., Ключенович В.И. - Новосиб.: НГТУ, 2010. - 243 с.: ISBN 978-5-7782-1456-9.

в) интернет-ресурсы

1. Электронное средство обучения по дисциплине **«Переходные процессы в электроэнергетических системах»** / Комплект из 519 слайдов. Составитель Г.П. Колесник. Акты внедрения электронного средства обучения от 22.12.2010 г. – Владимир: ВлГУ.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Лабораторное оборудование**

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специализированной лаборатории электроэнергетики кафедры ЭтЭн. Лаборатория кафедры имеет 4 стенда, на которых можно смоделировать основные схемы аварийных режимов электротехнологических установок.


Все лабораторные стенды укомплектованы необходимыми средствами измерений: осциллографами, вольтметрами, амперметрами, ваттметрами и автотрансформаторами. Кроме того, в лаборатории имеется наглядные пособия, натурные образцы систем электроснабжения и плакаты.

8.2. Средства вычислительной техники и демонстрационное оборудование:

1. Обработка результатов лабораторных работ проводятся в компьютерном классе кафедры ЭтЭн (лаб. 519-3; 16 компьютеров) с использованием лицензионного программного обеспечения.

2. Лекции читаются в аудиториях кафедры ЭтЭн, оборудованных электронными проекторами (ауд. 520-3; 522-3), с использованием комплекта слайдов (Электронное средство обучения по дисциплине **«Переходные процессы в электроэнергетических системах»** / Комплект из 519 слайдов. Составитель Г.П. Колесник. – Владимир: ВлГУ).

Рабочая программа дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»** (профиль подготовки: «Электроснабжение»).

Рабочую программу составил Колесник Г.П. 

Рецензент: технический директор ООО «Энергетика Технологий», инженер  Хромов Н.С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электротехники и электроэнергетики

Протокол № 2 от 02.10 2015 г.,

Заведующий кафедрой Сбитнев С.А. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»** (профиль подготовки: «Электроснабжение»).

Протокол № 2 от 02.10 2015 г.,

Председатель комиссии Сбитнев С.А. 

**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 \_\_\_\_\_

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

Институт «Архитектуры, Строительства и Энергетики»

Кафедра «Электротехника и электроэнергетика»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой



С.А. Сбитнев

« 02 » 10 20 15

Основание:  
решение кафедры  
от « 02 » 10 20 15

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Переходные процессы в электроэнергетических системах»**

Направление подготовки: 13.03.02 «**Электротехника и электротехника**»

Профиль подготовки: **Электроснабжение**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Владимир, 20 15

## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» разработан в соответствии с рабочей программой, входящей в ОПОП направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль подготовки «Электроснабжение».

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Переходный процесс в неподвижных магнитносвязанных контурах	ОК-7, ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6	Вопросы, задачи
2	Переходный процесс в магнитносвязанных контурах с вращающимися электрическими машинами.	ОК-7, ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6	Вопросы, задачи
3	Уравнение Парка – Горева.	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6	Вопросы, задачи
4	Расчет и анализ токов КЗ.	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6	Вопросы, задачи
5	Выбор электрооборудования по условиям токов КЗ	ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6	Вопросы, задачи
6	Расчет токов и напряжений при несимметричных КЗ	ОК-7, ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6	Вопросы, задачи
7	Замыкания в распределительных сетях и системах электроснабжения	ОК-7, ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6	Вопросы, задачи
8	Переходные процессы в узлах нагрузки	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6	Вопросы, задачи
9	Переходные электромеханические процессы в электроэнергетических системах	ОК-7, ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6	Вопросы, задачи
10	Устойчивость режимов систем при малых и больших возмущениях.	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6	Вопросы, задачи
11	Статическая и динамическая устойчивость	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6	Вопросы, задачи
12	Анализ устройств и средств стабилизации режимов.	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6	Вопросы, задачи
13	Асинхронные режимы	ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6	Вопросы, задачи
14	Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных режимов электрических систем	ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6	Вопросы, задачи

Комплект оценочных средств по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах», для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных средств по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» включает:

1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости:

– комплект задач репродуктивного уровня, позволяющих оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, распознавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;

– контрольные вопросы по разделам изучаемой дисциплины как система стандартизированных знаний, позволяющая провести процедуру измерения уровня знаний и умений обучающихся.

2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме

– контрольные вопросы для проведения зачета;

– контрольные вопросы для проведения экзамена.

**Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» при освоении образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

<i><b>ОК-7 - способность к самоорганизации и самообразованию</b></i>		
<i><b>Знать</b></i>	<i><b>Уметь</b></i>	<i><b>Владеть</b></i>
- историю развития, принципы построения и инновационные тенденции совершенствования систем электроснабжения - сбор и анализ научно-технической информации	- составлять и оформлять оперативную документацию, предусмотренную правилами эксплуатации электрооборудования электроэнергетических систем	- навыками формирования законченного представления о принятых решениях и полученных результатах в виде технического отчёта с его публичной защитой
<i><b>ОПК-3 - способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей</b></i>		
<i><b>Знать</b></i>	<i><b>Уметь</b></i>	<i><b>Владеть</b></i>
- структурные, однолинейные и упрощённые принципиальные схемы основных типов электрооборудования электроэнергетических систем - применение стандартных пакетов прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов	- Рассчитывать значения основных электрических величин с целью выбора и защиты электрооборудования электроэнергетических систем	- методами расчёта переходных процессов в электроэнергетических системах - навыками применения современных компьютерных технологий для получения информации о результатах расчёта переходных процессов в электроэнергетических системах
<i><b>ПК-1 - способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике</b></i>		
<i><b>Знать</b></i>	<i><b>Уметь</b></i>	<i><b>Владеть</b></i>
- методики проведения типовых экспериментов, составление описания проводимых исследований и анализ результатов	- выбирать и реализовывать эффективные режимы работы электрооборудования электроэнергетических систем по заданным методикам	- готовностью к составлению обзоров и отчетов по выполненным экспериментальным исследованиям

<b>ПК-3 - способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования</b>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
- историю развития, принципы построения и инновационные тенденции совершенствования систем электроснабжения	- обосновывать принятые технические решения на основе анализа их технологических, экономических и экологических последствий	- методиками проектирования устойчивых систем электроснабжения заданных категорий надежности и навыками формирования законченного представления о принятых решениях и полученных результатах в виде технического отчёта с его публичной защитой
<b>ПК-5 - готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности</b>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
- элементную базу, характеристики, физические явления в элементах электроэнергетических систем, основы теории их функционирования, эксплуатационные требования и регулировочные свойства современного электрооборудования электроэнергетических систем	- использовать современные информационные и телекоммуникационные технологии для повышения надёжности и энергоэффективности электрооборудования электроэнергетических систем	- навыками применения современных компьютерных технологий для получения информации о результатах расчёта переходных процессов в электроэнергетических системах
<b>ПК-6 - способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности</b>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
- структурные, однолинейные и упрощённые принципиальные схемы основных типов электрооборудования электроэнергетических систем	- выбирать и реализовывать эффективные режимы работы электрооборудования электроэнергетических систем по заданным методикам	- методиками проектирования устойчивых систем электроснабжения заданных категорий надежности и навыками формирования законченного представления о принятых решениях и полученных результатах в виде технического отчёта с его публичной защитой

**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций текущего контроля знаний по учебной дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах»**

Текущий контроль знаний, согласно «Положению о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов в ВлГУ» (далее Положение) в рамках изучения дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» предполагает ответы на вопросы и решение задач.



## Критерии оценки знаний студентов

Оценка ответов на контрольные вопросы	Критерий оценки
5 баллов за правильный ответ на 1 вопрос	правильно вписанный ответ и развернутый комментарий по ключевым моментам

### Регламент проведения мероприятия и оценивания

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Предел длительности подготовки ответа на контрольные вопросы (2 вопроса)	15 – 20 мин.
2.	Внесение исправлений	до 5 мин.
	Итого (в расчете на подготовку ответов на 2 вопроса)	до 25 мин.

### Вопросы к рейтинг-контролю 7-го семестра

#### Вопросы к рейтинг-контролю № 1

1. Что такое электрическая система и из каких элементов она состоит?
2. Простейшая электрическая система.
3. Режимы и процессы. Различные виды режимов и процессов в электрических системах.
4. Статическая устойчивость электроэнергетической системы.
5. Динамическая устойчивость электроэнергетической системы.
6. Нелинейность элементов в электрической системе.
7. Параметры режима и параметры системы.
8. Характерные стадии переходных режимов и их влияние на оборудование электрической системы.
9. Возмущение режима и возмущающее воздействие.
10. Основные допущения при анализе режимов электрических систем (линеаризация, учет изменения мгновенных значений, учет огибающих).

#### Вопросы к рейтинг-контролю № 2

1. Суть теории двух реакций.
2. Уравнения Парка – Горева.
3. Взаимосвязь фазных величин трехфазной системы с одноименными величинами двухобмоточной машины.
4. Выражение электромагнитного момента по теории двух реакций.
5. Взаимосвязь электромагнитного момента и мощности по теории двух реакций.
6. Уравнения движения ротора с позиции теории двух реакций.
7. Упрощение уравнения движения ротора.
8. Физический смысл уравнений Лонглея.
9. Уравнения Парка – Горева в операторном виде.
10. Уравнения потокосцеплений синхронной машины.

#### Вопросы к рейтинг-контролю № 3

1. Упрощенные уравнения Парка – Горева и векторные диаграммы СМ.
2. Векторная диаграмма явнополюсной СМ.
3. Векторная диаграмма неявнополюсной СМ.
4. Выражение мощности на шинах генератора через различные ЭДС.

5. Выражение мощности на шинах нагрузки (в конце передачи).
  6. Угловые характеристики СМ для различных режимов.
  7. Характеристики режима системы.
  8. Статические характеристики мощности системы.
  9. Условно динамические характеристики мощности системы.
  10. Регулирующий эффект нагрузки.
- .....

### **Вопросы к рейтинг-контролю 8-го семестра**

#### **Вопросы к рейтинг-контролю № 1**

1. Условия осуществимости режима электрической системы.
  2. Энергетика переходного процесса.
  3. Критерии устойчивости и избыточная энергия.
  4. Критерии устойчивости и избыточная мощность.
  5. Практические критерии устойчивости электрической системы.
  6. Текущая нормальная мощность электрической системы.
  7. Критерии устойчивости простейшей электрической системы.
  8. Критерии устойчивости асинхронного двигателя.
  9. Критерии динамической устойчивости электрической системы.
  10. Суть метода последовательных интервалов при определении времени отключения.
- .....

#### **Вопросы к рейтинг-контролю № 2**

1. Признаки нарушения статической устойчивости при учете электромагнитных процессов.
  2. Условия статической устойчивости по критерию Гурвица.
  3. Неустойчивость типа самовозбуждение.
  4. Неустойчивость типа самораскачивание.
  5. Статическая устойчивость при АРВ пропорционального типа.
  6. Статическая устойчивость при АРВ сильного действия.
  7. Регулирующий эффект нагрузки.
  8. Понятие электрического центра системы.
  9. Задачи анализа устойчивости сложной системы.
  10. Узлы нагрузки. Понятия и определения.
- .....

#### **Вопросы к рейтинг-контролю № 3**

1. Понятие критического скольжения, момента, мощности.
  2. «Опрокидывание» асинхронного двигателя.
  3. Лавина напряжения и методы борьбы с ней.
  4. Динамические характеристики асинхронного двигателя.
  5. Характеристики синхронной нагрузки.
  6. Влияние изменения частоты на статическую устойчивость асинхронного двигателя.
  7. Основные дифференциальные уравнения сложной линеаризованной электрической системы.
  8. Упрощенные методы исследования устойчивости сложной линеаризованной электрической системы.
  9. Динамика работы сложной электрической системы в момент внезапного нарушения режима.
  10. Причины изменения частоты и мощности в сложной электрической системе и пути их минимизации.
- .....

### Регламент проведения мероприятия и оценивания контрольной работы

Оценка решения практических задач

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» предполагается выполнение практических заданий и решение задач, что позволяет углубить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

### Регламент проведения мероприятия

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Предел длительности решения задачи	5-7 мин.
2.	Внесение исправлений в представленное решение	до 2 мин.
3.	Комментарии преподавателя	до 1 мин.
	Итого (в расчете на одну задачу)	до 10 мин.

### Критерии оценки решения контрольной работы (2 задачи)

Оценка	Критерии оценивания
5 баллов	задачи решены полностью, в представленном решении обоснованно получен правильный ответ.
4 балла	задачи решены полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена вычислительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений, и, возможно, приведшая к неверному ответу.
2 балла	задачи решены частично.
0 баллов	решение неверно или отсутствует.

### Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов (в соответствии с Положением)

п/п	Наименование занятий	Итоговая аттестация	
		экзамен	зачет
1	Посещение занятий студентом	5 баллов	5 баллов
2	Рейтинг-контроль 1 (2 контрольных вопроса)	10 баллов	15 баллов
3	Рейтинг-контроль 2 (2 контрольных вопроса)	10 баллов	15 баллов
4	Рейтинг контроль 3 (2 контрольных вопроса + 2 задачи)	15 баллов	30 баллов
5	Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	15 баллов	30 баллов
6	Дополнительные баллы (бонусы)	5 баллов	5 баллов

### Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций промежуточной аттестации знаний по учебной дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» на экзамене

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен) проводится в экзаменационную сессию. Экзамен проводится по билетам, содержащим 2 вопроса и задачу. Студент пишет ответы на вопросы и задания экзаменационного билета на листах белой бумаги формата А4, на каждом из которых должны быть указаны: фамилия, имя, отчество

студента; шифр студенческой группы; дата проведения экзамена; номер экзаменационного билета. Листы ответов должны быть подписаны и студентом и экзаменатором после получения студентом экзаменационного билета.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить на экзамене, в соответствии с Положением составляет 40 баллов.

Оценка в баллах	Оценка за ответ на экзамене	Критерии оценивания компетенций
30-40 баллов	«Отлично»	Студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.
20-29 баллов	«Хорошо»	Студент показывает твердое знание материала, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, допуская некоторые неточности; демонстрирует хороший уровень освоения материала, информационной и коммуникативной культуры и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.
10 -19 баллов	«Удовлетворительно»	Студент показывает знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, в целом, не препятствует усвоению последующего программного материала, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена на минимально допустимом уровне.
Менее 10 баллов	«Неудовлетворительно»	Студент не знает значительной части программного материала (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«Переходные процессы в электроэнергетических системах»**

**Вопросы к зачету**

1. Виды режимов и процессов в электрических системах. Параметры режима и параметры системы. Классификация переходных процессов и виды коротких замыканий в системах электроснабжения.

2. Особенности переходных процессов в неподвижных магнитно связанных цепях на примере «воздушного» трансформатора.
3. Особенности переходных процессов в магнитно связанных цепях с подвижными частями. Влияние нелинейных параметров.
4. Векторные диаграммы синхронной машины при установившемся режиме короткого замыкания.
5. Характеристики холостого хода и короткого замыкания СМ. Спрявление характеристик.
6. Переходные процессы в синхронной машине при гашении магнитного поля.
7. Переходные процессы при форсировке возбуждения синхронной машины.
8. Переходные процессы при включении силовых трансформаторов на холостой ход.
9. Внезапное короткое замыкание силового трехфазного трансформатора.
10. Трехфазное короткое замыкание в неразветвленной цепи и за трансформатором.

### Вопросы к экзамену

1. Классификация переходных процессов и виды коротких замыканий в системах электроснабжения.
2. Особенности переходных процессов в неподвижных магнитно связанных цепях.
3. Особенности переходных процессов в магнитно связанных цепях с подвижными частями.
4. Векторные диаграммы синхронной машины при установившемся режиме короткого замыкания.
5. Характеристики холостого хода и короткого замыкания СМ. Спрявление характеристик.
6. Переходные процессы при гашении магнитного поля, форсировке возбуждения синхронной машины и включении трансформаторов на холостой ход.
7. Переходные процессы при гашении магнитного поля.
8. Переходные процессы при форсировке возбуждения синхронной машины.
9. Переходные процессы при включении трансформаторов на холостой ход.
10. Внезапное короткое замыкание трехфазного трансформатора.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине «**Переходные процессы в электроэнергетических системах**» в течение семестра равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
91 - 100	«Отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
74-90	«Хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы	<b>Продвинутый уровень</b>

		недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	
61-73	«Удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.	<i>Пороговый уровень</i>
Менее 60	«Неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	Компетенции не сформированы