

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Устойчивость систем электроснабжения Б1.В.06

Направление подготовки: 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение промышленных предприятий и систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Ахметшин Р.С.

**Рецензент(ы):** Илюхин А.Н.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Башмаков Д. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Ахметшин Р.С. (Кафедра электроэнергетики и электротехники, Отделение информационных технологий и энергетических систем), RSAhmetshin@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен управлять работами по компьютерному проектированию технологических процессов
ПК-2	Способен разрабатывать проект системы электроснабжения объектов капитального строительства

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

Организационно-управленческой деятельностью в частности способностью управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка, а также готовностью управлять программами освоения новой продукции и технологии.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.06 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника (Электроснабжение промышленных предприятий и систем)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 18 часа(ов), в том числе лекции - 2 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 16 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 81 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 9 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Характеристики нагрузок электроснабжения и ее устойчивость	5	2	0	4	20
2.	Тема 2. Статическая устойчивость. Пределы мощности и пределы устойчивости	5	0	0	4	20

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Изменения параметров режима эквивалентной нагрузки электроснабжения и влияние на частоту, мощность и напряжение эквивалентной станции.	5	0	0	4	20
4.	Тема 4. Резкие изменения режима в системах электроснабжения.	5	0	0	4	21
	Итого		2	0	16	81

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Характеристики нагрузок электроснабжения и ее устойчивость

Устойчивость электрической системы, устойчивость электроэнергетической системы, способность электрической системы (ЭС) восстанавливать исходное (или практически близкое к нему) состояние (режим) после какого-либо его возмущения, проявляющегося в отклонении значений параметров режима ЭС от исходных (начальных) значений. В ЭС источниками электрической энергии обычно являются синхронные генераторы, связанные между собой электрически общей сетью, причём роторы всех генераторов вращаются синхронно; такой режим, называется нормальным, установившимся, должен быть устойчив, т. е. ЭС должна возвращаться в исходное (или практически близкое к нему) состояние всякий раз после отклонений от установившегося режима. Отклонения могут быть связаны, например, с изменением мощности нагрузки, короткими замыканиями, отключениями линий электропередачи и т.п. Устойчивость системы, как правило, уменьшается при увеличении нагрузки (мощности, отдаваемой генераторами) и понижении напряжения (росте мощности потребителей, снижении возбуждения генераторов); для каждой ЭС могут быть определены некоторые предельные (критические) значения этих или связанных с ними величин, характеризующих предел устойчивости. Надёжное функционирование ЭС возможно, если обеспечен определённый запас устойчивости ЭС, т. е. если параметры режима работы и параметры самой ЭС достаточно отличаются от критических. Для обеспечения У. э. с. предусматривают ряд мероприятий, таких, как обеспечение должного запаса устойчивости при проектировании ЭС, использование автоматического регулирования возбуждения генераторов, применение противоаварийной автоматики и т.д.

При анализе У. э. с. различают статическую, динамическую и результирующую устойчивость. Статическая устойчивость характеризует У. э. с. при малых возмущениях, т. е. таких возмущениях, при которых исследуемая ЭС может рассматриваться как линейная. Изучение статической устойчивости проводится на основе общих методов, разработанных А. М. Ляпуновым для решения задач об устойчивости. В инженерной практике исследование У. э. с. иногда проводят упрощённо, ориентируясь на практические критерии устойчивости, определяющие её наличие или отсутствие при некоторых вытекающих из практики допущениях (например, о невозможности т. н. самораскачивания системы, о неизменности частоты электрического тока в системе и др.). При исследовании статической устойчивости применяют цифровые и аналоговые вычислительные машины.

Изменения параметров при мощности станции на порядки выше общей мощности нагрузок электроснабжения и тоже при соизмеримы мощностях. Как сказывается на устойчивости нагрузок и станции.

### Тема 2. Статическая устойчивость. Пределы мощности и пределы устойчивости

Статическая устойчивость-способность сист. восстанавливать исходный режим после малого его возмущения. Предельный режим-режим, при котором очень малое увеличение нагрузок вызывает нарушение его устойчивости. Пропускной способностью элемента системы называют наибольшую мощность, кот. можно передать через элемент с учетом всех ограничивающих факторов. Позиционная система-такая система, в кот. параметры режима зависят от текущего состояния, взаимного положения независимо от того как было достигнуто это состояние. При этом реальные динамические характеристики элементов сист. заменяются статическими. Статические характеристики - это связи параметров режима системы, представленные аналитически или графически не зависящие от времени. Динамические характеристики -связи параметров, полученных при условии, что они зависят от времени.

Запас мощности станции, влияние этого параметра на устойчивости станции и нагрузки

Какие параметры влияют на пределы устойчивости?

### Тема 3. Изменения параметров режима эквивалентной нагрузки электроснабжения и влияние на частоту, мощность и напряжение эквивалентной станции.

В электросистемах различают статическую и динамическую устойчивость работы ее отдельных частей. Под статической устойчивостью понимают способность электросистемы возвращаться к исходному состоянию при малых и медленных возмущениях. Динамическая устойчивость - это способность электросистемы вернуться к установившемуся режиму после больших возмущений. Для систем электроснабжения практический интерес представляет статическая устойчивость.

Изменения параметров на станции (постоянство мощности, напряжения, индуктивной мощности и частоты) на входные параметры системы электроснабжения.

#### Тема 4. Резкие изменения режима в системах электроснабжения.

Резкие изменения режима обычно происходят по следующим причинам:

- авария (короткое замыкание) или перегрузка в распределительной или питающей сети и последующее её устранение. Напряжение в момент уменьшается до величины до, а затем, по истечении времени, вновь восстанавливается до величины, причём режим двигателей нагрузки не влияет на характер изменения;
- отключение двигателей (узла нагрузки) от напряжения (перерыв питания) и подключение его через время .
- изменение момента сопротивления в связи с увеличением нагрузки на приводимом двигателем механизме или, напротив, уменьшением её с последующем восстановлением прежнего момента.

Переходный процесс, коммутация от АПВ соизмеримой мощности, включение дополнительно крупной по мощности нагрузки.

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

#### 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

##### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Контрольная работа	ПК-1	1. Характеристики нагрузок электроснабжения и ее устойчивость

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
2	Лабораторные работы	ПК-2	2. Статическая устойчивость. Пределы мощности и пределы устойчивости
3	Письменная работа	ПК-1, ПК-2	3. Изменения параметров режима эквивалентной нагрузки электроснабжения и влияние на частоту, мощность и напряжение эквивалентной станции. 4. Резкие изменения режима в системах электроснабжения.
	<b>Экзамен</b>	ПК-1, ПК-2	

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	2
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 5**

**Текущий контроль**

**1. Контрольная работа**

Тема 1

1. Определение критического напряжения на зажимах асинхронного электродвигателя.
2. Определение критического скольжения асинхронного электродвигателя.
3. Определение коэффициента запаса статической устойчивости.
4. Критическая частота в части сохранения устойчивости.
5. Критическое напряжение в части сохранения устойчивости.
6. Методы регулирования сохранения нормативной частоты на станции.
7. Методы регулирования сохранения нормативной частоты на крупных электрических нагрузках.
8. Методы регулирования сохранения нормативного генераторного напряжения на станции.
9. Методы регулирования сохранения нормативного генераторного напряжения на крупных потребителях электроэнергии.
10. Определение критического угла для сохранения статической устойчивости.

**2. Лабораторные работы**

Тема 2

1. Исследовать и показать расчетно какие параметры влияют на величину предела устойчивости.
2. Снижение величины емкостного тока в части повышения устойчивости оборудования и потребителей.
3. Поперечно-емкостная компенсация в части повышения устойчивости электрической сети.
4. Блокировки на электрической станции и подстанции, примеры повышения устойчивости.
5. Демпферная обмотка генератора, ее роль в повышении устойчивости генератора.
6. Повышение устойчивости системы путем разгрузки мощности нагрузок.
7. Ликвидация асинхронного хода станции.
8. Повышение устойчивости собственных нужд электростанции.
9. СТК - как регуляторы устойчивости в системе.
10. Влияние на устойчивость системы комплекса РЗА станции и подстанции.

### 3. Письменная работа

Темы 3, 4

1. Повышение устойчивости при изменении частоты, мощности и напряжения эквивалентной станции.
2. Определение коэффициента запаса статической устойчивости.
3. Методы регулирования сохранения нормативной частоты на станции.
4. Ликвидация асинхронного хода станции.
5. Повышение устойчивости собственных нужд электростанции.
6. 'Наброс' и 'сброс' нагрузки в электрической системе для сохранения устойчивости.
7. Автоматическое включение питания с другой системы, как метод повышения устойчивости.
8. Предельные параметры в характеристиках оборудования станций подстанций и ЛЭП.
9. Пределы загрузки силового трансформатора.
10. Механический расчет ЛЭП и влияние на устойчивость работы линии.

#### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. В чем состоит основное условие устойчивости простейшей электрической системы (синхронный генератор, работающий на шины неизменного напряжения)?
2. Как выявляются с помощью основного практического критерия устойчивость простейшей системы, критический режим и условия устойчивости?
3. Каковы признаки возможности самопроизвольного изменения режима проявляющегося сползания или текучести параметров нормального режима?
4. Какие допущения, принимаемые при анализе системы, позволяют оценивать ее устойчивость по практическим критериям?
5. В чем особенности различных практических критериев и каковы наиболее целесообразные условия использования того или иного критерия на практике?
6. Повышение устойчивости собственных нужд электростанции.
7. Блокировки на электрической станции и подстанции, примеры повышения устойчивости.
8. Методы регулирования сохранения нормативной частоты на станции.
9. Определение критического угла для сохранения статической устойчивости
10. Демпферная обмотка генератора, ее роль в повышении устойчивости генератора.
11. Предельные параметры в характеристиках оборудования станций подстанций и ЛЭП.
12. Методы регулирования сохранения нормативной частоты на крупных электрических нагрузках.
13. Методы регулирования сохранения нормативного генераторного напряжения на крупных потребителях электроэнергии.
14. СТК - как регуляторы устойчивости в системе.
15. Влияние на устойчивость системы комплекса РЗА станции и подстанции.
16. Автоматическое включение питания с другой системы, как метод повышения устойчивости.
17. Пределы загрузки силового трансформатора.
18. 'Наброс' и 'сброс' нагрузки в электрической системе для сохранения устойчивости.
19. Определение критического скольжения асинхронного электродвигателя.
20. Поперечно-емкостная компенсация в части повышения устойчивости электрической сети.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	15
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	2	20
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	15
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

- 1.. Долгов А.П Устойчивость электрических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.П. Долгов - Новосиб.: НГТУ, 2010. - 176 с.- ISBN 978-5-7782-1320-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/546337>
2. Грунтович Н. В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.В. Грунтович. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. - 271 с. : ил. - (Высшее образование). -ISBN: 978-5-16-006952-4- Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/992991>
3. Аполлонский С. М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. М. Аполлонский. Санкт-Петербург : Лань, 2012. ? 592 с. - ISBN 978-5-8114-1155-9. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3188>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Касаткин А. С. Электротехника [Текст]: учебник для вузов / А. С. Касаткин, М. В. Немцов - Москва: Академия, 2008. - 544 с. (111экз.)
2. Иванов И. И. Электротехника [Текст]: учебное пособие для вузов / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев - Санкт-Петербург: Лань, 2008. - 496 с. (19 экз.)
3. Бычков Ю. А. Основы теоретической электротехники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. А. Бычков, В. М. Золотницкий, Э. П. Чернышев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 592 с.: ил. - ISBN 978-5-8114-0781-1. <https://e.lanbook.com/book/36>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Устойчивость систем электроснабжения - [https://studopedia.ru/10\\_194978\\_ustoychivost-sistem-elektrosnabzheniya.html](https://studopedia.ru/10_194978_ustoychivost-sistem-elektrosnabzheniya.html)
- ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ - <http://portal.tpu.ru/SHARED//LENAOLYA/job/Tab1/metHcr.pdf>
- Электроснабжение объектов - <https://2d-elektro.ucoz.ru/downloads/elektrosnabzhenie.pdf>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. При этом обращать внимание на определения и формулировки, раскрывающие содержание тех или иных понятий, явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости, можно задавать преподавателю вопросы с целью уточнения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
лабораторные работы	Планы лабораторных работ, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи сообщаются преподавателем в соответствующих учебно-методических материалах. В ходе подготовки к лабораторным работам необходимо изучить учебно-методические материалы и, при необходимости, основную и дополнительную литературу. При этом следует учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением конспекта теоретической части работы. Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. Типовой алгоритм действий при проведении лабораторной работы обычно приводится в соответствующих учебно-методических материалах. При необходимости, преподаватель и обучающиеся могут внести в него изменения и дополнения. Перед началом лабораторной/практической работы необходимо четко уяснить порядок проведения работы. В ходе выполнения лабораторной работы обучающиеся проводят необходимые расчеты, заполняют таблицы, строят графики и завершают написание отчета выводами, содержащими собственный взгляд на проблему. В заключение преподаватель подводит итоги занятия. Он может (выборочно) проверить отчеты студентов и, если потребуется, внести в них исправления и дополнения.
самостоятельная работа	Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. После каждой лекции преподаватель дает перечень тем на самостоятельное изучение (если это предусмотрено учебным планом). В ходе самостоятельного изучения тем дисциплины необходимо руководствоваться основной и дополнительной литературой, а также информационными источниками в сети Интернет. Студентам рекомендуется получить в библиотеке учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины. Для более полного закрепления материала рекомендуется делать конспекты по темам и вопросам, заданным на самостоятельное изучение. Это позволит эффективнее их проработать и упростит подготовку к итоговому контролю.
письменная работа	Письменная работа представляет собой самостоятельное научное исследование студента в области определенной дисциплины. На основе изучения правовых актов и специальной литературы студент должен дать самостоятельное решение проблем в рамках избранной темы, показать свое видение тех или иных рассматриваемых вопросов. В процессе подготовки письменных работ у студентов развивается творческая активность, формируются умения выявлять имеющиеся проблемы и находить пути их решения.

Вид работ	Методические рекомендации
контрольная работа	К выполнению контрольной работы студент должен приступать после тщательного изучения и соответствующих разделов курса по дисциплине. Работа оформляется в виде пояснительной записки с обязательным переписыванием условий задач. При решении задач студент указывает по какой формуле и в каких единицах измерения определяются величины, откуда взяты подставленные в формулу (если они не содержатся в условиях задачи). При использовании таблиц, диаграмм, эмпирических формул и других материалов необходимо сделать ссылку на литературный источник. Вычисление всех величин производится в развернутом виде. Если подставляемая в формулу величина определяется по какой-либо расчетной зависимости, это промежуточное вычисление подробно записывается. Обозначение величин и терминология в пояснительной записке должны соответствовать принятым в учебниках. Решение задач при необходимости должны иллюстрироваться схемами и графиками, тщательно выполненными в соответствующих местах.
экзамен	Экзамен является заключительным этапом изучения учебной дисциплины и имеет цель проверить теоретические знания обучающихся, их навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач. При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции и основную литературу по дисциплине, а также на источники, которые разбирались на лабораторных/практических занятиях в течение семестра.

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Устойчивость систем электроснабжения" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian  
Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian  
Браузер Mozilla Firefox  
Браузер Google Chrome  
Adobe Reader XI

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Устойчивость систем электроснабжения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" и магистерской программе Электроснабжение промышленных предприятий и систем .