

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель ОПОП ВО
профессор В.А. Шпенст**

**Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль):	Электроснабжение
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Минакова Т.Е.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 144 от 28.02.2018 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Электроснабжение».

Составитель _____ к.т.н., доц. Минакова Т.Е.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики от 27.01.2022 г., протокол № 08/01.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., проф. В.А. Шпенст

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» – формирование базовых знаний в области физических основ протекания переходных процессов при различных возмущениях режима электроэнергетической системы, подготовка выпускников к решению профессиональных задач, связанных с особенностями протекания переходных процессов в электроэнергетических системах, ознакомление с методологией научных исследований.

Основные задачи дисциплины:

- получение общих представлений об условиях возникновения, протекания и видах переходных процессах, а также об устойчивости элементов сети и систем при протекании переходных процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетических системах» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.03.02 Энергетика и электротехника», направленность (профиль) «Электроснабжение» и изучается в 7 и 8 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетических системах» являются Электрические машины, Электрический привод, Теоретические основы электротехники, ч. 2, Оптимизационные задачи энергетики

Дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетических системах» является основополагающей для прохождения преддипломной практики и выполнения Выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является более глубокое рассмотрение вопросов переходных и аварийных режимов в системах электроснабжения предприятий горнодобывающей отрасли, изучение переходных процессов в электротехническом оборудовании горного производства.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен участвовать в проектировании систем электропривода, автоматизированных системы управления, систем электроснабжения.	ПКС-1	ПКС-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения.
		ПКС-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		7	8
Аудиторная работа, в том числе:	99	51	48
Лекции (Л)	41	17	24
Практические занятия (ПЗ)	41	17	24
Лабораторные работы (ЛР)	17	17	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	45	3	42
Выполнение курсовой работы (проекта)	30	-	30
Расчетно-графическая работа (РГР)	3	3	-
Реферат	-	-	-
Подготовка к практическим занятиям	12	-	12
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-	-
Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ) / зачет (З) / экзамен (Э)	3, Э(36)	3	Э(36)
Общая трудоемкость дисциплины			
ак. час.	180	54	126
зач. ед.	5	1,5	3,5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,
1. Электромагнитные переходные процессы(7 семестр)					
Введение	1	1		-	-
Раздел 1.1 Расчеты и анализ токов трехфазных коротких замыканий	23	6	8	8	1
Раздел 1.2 Расчет несимметричных режимов	21	4	6	9	2
Раздел 1.3. Выбор оборудования по условиям токов коротких замыканий	4	2	2	-	-
Раздел 1.4. Переходные процессы в электрических машинах	5	4	1		-
Итого:	54	17	17	17	3

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,
2. Электромеханические переходные процессы (8 семестр)					
Раздел 2.1 Статическая устойчивость синхронных машин.	26	8	8	-	10
Раздел 2.2 Динамическая устойчивость синхронных машин.	24	6	8	-	10
Раздел 2.3 Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки.	20	4	4	-	12
Раздел 2.4 Переходные процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях.	18	4	4	-	10
Заключение	2	2		-	
Итого:	90	24	24	-	42

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1. Электромагнитные переходные процессы (7 семестр)			
	Введение	Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе. Основные понятия, определения нормы. Классификация переходных процессов. Характеристика основных разделов и тем дисциплины.	1
1	Раздел 1.1	Расчёт токов в простейшей цепи при трёхфазном к.з. Приведение параметров схем замещения к относительным единицам.	6
2	Раздел 1.2	Метод симметричных составляющих и его применение для расчета режимов при поперечной и продольной несимметрии. Расчёт несимметричных режимов в цепях ниже тысячи вольт.	4
3	Раздел 1.3	Проверка оборудования на ударную стойкость. Выбор оборудования по условию его нагрева током короткого замыкания. Тепловой импульс тока.	2
4	Раздел 1.4	Режимы включения под напряжение и короткого замыкания на холостом ходу трансформатора. Пуск мощного асинхронного двигателя. Уравнения переходных процессов в синхронной машине. Преобразование Парка-Горева.	4
Итого по 7 семестру:			17
2. Электромеханические переходные процессы (8 семестр)			
5	Раздел 2.1	Общие понятия и допущения. Угловые	8

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		характеристики мощности простейшей электрической системы. Понятие статической устойчивости системы	
6	Раздел 2.2	Понятие динамической устойчивости синхронной машины. Метод последовательных интервалов.	6
7	Раздел 2.3	Характеристики асинхронных двигателей и узлов нагрузки. Влияние режима электрической системы на работу нагрузки. Пределы и практические критерии устойчивости	4
8	Раздел 2.4	Динамические режимы работы асинхронных двигателей: пуск, самозапуск, короткие замыкания и набросы нагрузки	4
	Заключение	Перспективные направления в области надёжности и устойчивости электроэнергетических систем и электрических сетей.	2
Итого по 8 семестру:			24

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
	Раздел 1.1	Расчеты и анализ токов трехфазных коротких замыканий	8
	Раздел 1.2	Расчет несимметричных режимов	6
	Раздел 1.3	Выбор оборудования по условиям токов коротких замыканий	2
	Раздел 1.4	Раздел 1.4. Переходные процессы в электрических машинах	1
Итого по 7 семестру:			17
1	Раздел 2.1	Статическая устойчивость синхронных машин.	8
2	Раздел 2.2	Динамическая устойчивость синхронных машин.	8
3	Раздел 2.3	Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки.	4
4	Раздел 2.4	Переходные процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях.	4
Итого по 8 семестру:			24

4.2.4. Лабораторные работы

№ п.п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	Раздел 1.1 Расчеты и анализ токов трехфазных коротких замыканий	Работа №1. Исследование процесса КЗ в простейшей сети	4
2		Работа №2. Исследование токов КЗ в электроэнергетической системе	4
3	Раздел 1.2 Расчет несимметричных ре-	Работа №3. Исследование замыканий в сети с изолированной (компенсированной) нейтралью	4

№ п.п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
4	жимов	Работа №4. Исследование токов КЗ в сети напряжением менее 1 кВ	5
Итого			17

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

№ п/п	Тематика курсовых работ (проектов)
1.	Расчет процессов пуска и самозапуска электрических высоковольтных двигателей промышленного предприятия

Рассматривается цех промышленного предприятия, который снабжается электроэнергией от энергосистемы через два трансформатора. Предусмотрено 100 вариантов заданий в зависимости от географического расположения узлов электроэнергетической системы и их нагрузок.

Расчетная часть курсового проекта включает в себя:

1. Проверку пуска асинхронного электродвигателя от цеховых шин. Требуется рассчитать и построить график разгона электродвигателя.
2. Определение необходимости в установке реактора P1 и расчет его сопротивления для пуска электродвигателя условиям сохранения остаточного напряжения на цеховых шинах.
3. Проверку правильности выбора сдвоенного реактора при пуске асинхронного электродвигателя.
4. Определение возможности группового самозапуска всех электродвигателей каждой из двух секций цеховых при отключении ее от трансформатора питания и включении секционного выключателя ВС через время $t_{ABP} = 1,5$ с от устройства АВР.
5. Оценить опасность выпадения из синхронизма и вхождения в синхронизм синхронного электродвигателя при времени перерыва питания $t_{ABP} = 1,5$ с.

Результаты расчетов излагаются в пояснительной записке. Графическая часть отсутствует.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне *зачета* экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Тема РГР: Расчет токов КЗ в распределительной сети 6 - 330 кВ.

Задание на РГЗ:

1. На основании схемы электрических соединений и исходных данных, приведенных в таблицах, требуется рассчитать:

- начальное значение периодической составляющей тока при трехфазном КЗ в точках К1, К2, К3, К4;

- ударный ток трехфазного КЗ в точке КХ (в соответствии с вариантом задания).

2. На основании результатов расчетов по п. 1 для заданной схемы электрических соединений требуется рассчитать в точке КХ:

- действующее значение периодической составляющей тока трехфазного КЗ для времени $t = 0,1$ с;

- значение апериодической составляющей тока для времени $t = 0,1$ с.

3. На основании результатов расчетов п.1 и п.2 для схемы (рис. 1) требуется рассчитать для момента времени $t = 0$:

- ток однофазного КЗ в точке К1;

- ток двухфазного КЗ на землю в точке К1.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы текущего контроля

успеваемости

Раздел 1.1. Расчеты и анализ токов трехфазных коротких замыканий

1. Переходный процесс при симметричном коротком замыкании трехфазной цепи.

2. Составляющие тока короткого замыкания и их изменение во времени в зависимости от параметров цепи и момента нарушения режима.

3. Расчет периодической составляющей тока короткого замыкания в сложной цепи;

4. Расчет апериодической составляющих тока короткого замыкания в сложной цепи;

5. Расчет ударного тока

Раздел 1.2. Расчет несимметричных режимов

1. Основные положения метода симметричных составляющих.

2. Связь между векторами несимметричной системы и векторами симметричных систем прямой, обратной и нулевой последовательностей.

3. Двухфазное короткое замыкание. Векторные диаграммы токов и напряжений.

4. Однофазное короткое замыкание. Векторные диаграммы токов и напряжений.

5. Двухфазное короткое замыкание на землю. Векторные диаграммы токов и напряжений.

Раздел 1.3. Выбор оборудования по условиям токов коротких замыканий

1. Соотношения между токами различных коротких замыканий.

2. Замыкание на землю в сети с изолированной нейтралью. Компенсация емкостных токов замыкания на землю.

3. Электродинамическое действие тока короткого замыкания.

4. Термическое действие токов КЗ

5. Выбор коммутационного оборудования в соответствии с уровнем тока КЗ

Раздел 1.4. Переходные процессы в электрических машинах

1. Особенности переходных режимов в трансформаторе
2. Режим включения трансформатора под напряжение на холостом ходу
3. Режим короткого замыкания на холостом ходу трансформатора.
4. Пуск мощного асинхронного двигателя.
5. Использование системы d-q координат для расчета процессов в электрических машинах
6. Переход от фазной системы координат в d-q систему координат.
7. Система уравнений состояния электрической машины Парка-Горева.
8. Допущения, принимаемые при построении мат. модели синхронной машины
9. Система уравнений Жданова-Лебедева

Раздел 2.1. Статическая устойчивость синхронных машин

1. Общие понятия и допущения при расчетах устойчивости
2. Угловые характеристики мощности простейшей электрической системы.
3. Понятие статической устойчивости системы
4. Основной критерий статической устойчивости
5. Коэффициент статической устойчивости, его нормирование

Раздел 2.2. Динамическая устойчивость синхронных машин.

1. Понятие динамической устойчивости синхронной машины.
2. Критерий динамической устойчивости
3. Метод площадей
4. Уравнение движение ротора и динамическая устойчивость
5. Метод последовательных интервалов.

Раздел 2.3. Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки.

1. Характеристики асинхронных двигателей и узлов нагрузки.
2. Критической скольжение АД
3. Максимальная мощность АД и ее определение
4. Влияние режима электрической системы на работу нагрузки.
5. Пределы и практические критерии устойчивости

Раздел 2.4. Переходные процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях

1. Динамические режимы работы асинхронных двигателей.
2. Режим пуска синхронных и асинхронных двигателей.
3. Режим самозапуска АД и СД.
4. Работа двигателей в режиме КЗ.
5. Работа АД и СД при набросе нагрузки

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации(зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету(по дисциплине):

1. Внезапное короткое замыкание в простейшей схеме.
2. Исходные данные для расчета токов КЗ.
3. Система относительных единиц. Расчет сопротивлений схем замещения.
4. Преобразование разветвленных схем.
5. Расчёт токов КЗ в электроустановках до 1000 В.
6. Метод симметричных составляющих.
7. Определение токов и напряжений в точке однофазного КЗ.
8. Определение токов и напряжений в точке двухфазного КЗ.
9. Определение токов и напряжений в точке двухфазного КЗ на землю.
10. Расчет токов несимметричных КЗ.
11. Замыкание на землю в сетях с изолированной нейтралью. Компенсация емкостных токов.

12. Выбор электрооборудования по условиям токов КЗ.
13. Переходные процессы при включении трансформатора в сеть.
14. Переходные процессы при КЗ в трансформаторе.
15. Переходные процессы при включении в сеть мощных электродвигателей.
16. Преобразование координат для анализа процессов в синхронной машине.
17. Сопротивления и ЭДС синхронной машины.
18. Уравнения статорных контуров синхронной машины.
19. Уравнения контуров ротора синхронной машины. Постоянные времени.
20. Трёхфазное КЗ синхронной машины.
21. Статическая устойчивость. Основные понятия и определения.
22. Статическая устойчивость простейшей системы.
23. Характер нарушения статической устойчивости.
24. Уравнение движения ротора синхронной машины.
25. Динамическая устойчивость. Основные понятия и определения.
26. Динамическая устойчивость простейшей системы. Критерий устойчивости.
27. Применение метода площадей для анализа динамической устойчивости.
28. Предельный угол отключения КЗ и предельное время отключения КЗ.
29. Решение уравнения движения ротора.
30. Динамическая устойчивость сложных систем.
31. Результирующая устойчивость систем.
32. Схема замещения и основные характеристики асинхронного двигателя.
33. Статическая устойчивость асинхронных двигателей.
34. Характеристики нагрузки, принимаемые при расчете устойчивости.
35. Характеристики механизмов, приводимых во вращение двигателями.
36. Влияние режима электрической системы на режим нагрузки
37. Практические критерии статической устойчивости нагрузки
38. Пуск асинхронных и синхронных двигателей.
39. Самозапуск двигателей.
40. Влияние резких изменений режима в системах электроснабжения на работу двигательной нагрузки.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Простейшая трёхфазная сеть – это ...	1. Несимметричная трёхфазная цепь с сосредоточенными параметрами при отсутствии трансформаторных связей. 2. Симметричная трёхфазная цепь с сосредоточенными параметрами при отсутствии трансформаторных связей. 3. Симметричная трёхфазная цепь с распределенными параметрами при отсутствии трансформаторных связей Ответ 4. Симметричная трёхфазная цепь с сосредоточенными параметрами при наличии трансформаторных связей.
2.	Ток КЗ в цепи с индуктивностью и активным сопротивлением содержит	1. Периодическую и синусоидальную составляющие

		2. Аперриодическую и экспоненциальную составляющие. 3. Периодические составляющие одинарной и двойной частоты 4. Периодическую и аперриодическую составляющие
3.	Минимальный ударный ток КЗ будет при фазном угле ЭДС источника в момент возникновения КЗ, равном	1. 90°. 2. 60°. 3. 30°. 4. 0°.
4.	Максимальный ударный ток КЗ будет при фазном угле ЭДС источника в момент возникновения КЗ, равном	1. 90°. 2. 60°. 3. 30°. 4. 0°.
5.	Ударный ток КЗ достигается приблизительно через	1. Один период после возникновения КЗ. 2. Полпериода после возникновения КЗ. 3. 0,1 с после возникновения КЗ. 4. 0,001 с после возникновения КЗ.
6.	Ударный ток КЗ достигается приблизительно через	1. 0,1 с после возникновения КЗ. 2. 0,01 с после возникновения КЗ. 3. Четверть периода после возникновения КЗ. 4. Один период после возникновения КЗ.
7	Ударный коэффициент рассчитывается по формуле	$1. K_y = e^{-\frac{0,01}{T_k}}$ $2.. K_y = 1 - e^{-\frac{0,01}{T_k}}$ $3. K_y = 1 + e^{-\frac{0,01}{T_k}}$ $4. K_y = 1 + e^{-\frac{T_k}{0,01}}$
8	Постоянная времени T (с) цепи с индуктивностью L (Гн) и активным сопротивлением R (Ом) определяется как	1. $T = \frac{L}{R}$. 2. $T = \frac{R}{L}$. 3. $T = RL$. 4. $T = R + L$.
9	Постоянная времени T цепи с индуктивным сопротивлением X и активным сопротивлением R определяется как	1. $T = \frac{X}{R}$. 2. $T = RX$. 3. $T = \frac{X}{\omega R}$. 4. $T = R + jX$.
10	При расчете тока КЗ в установках выше 1000 В активным сопротивлением можно пренебречь при соотношении результирующих сопротивлений X_{Σ} и R_{Σ} схемы замещения	1. $\frac{X_{\Sigma}}{R_{\Sigma}} < 3$.

		$2. \frac{X_{\Sigma}}{R_{\Sigma}} \approx \text{const.}$ $3. \frac{X_{\Sigma}}{R_{\Sigma}} \approx 1.$ $4. \frac{X_{\Sigma}}{R_{\Sigma}} > 3.$
11	При базисной мощности S_6 и базисном напряжении U_6 базисный ток трехфазной системы рассчитывается по формуле	$1. I_6 = \frac{S_6}{U_6}.$ $2. I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3}U_6}.$ $3. I_6 = \frac{\sqrt{3}S_6}{U_6}.$ $4. I_6 = \sqrt{3}U_6S_6.$
12	При базисной мощности S_6 и базисном напряжении U_6 базисное сопротивление трехфазной системы рассчитывается по формуле:	$1. Z_6 = \frac{U_6}{S_6}.$ $2. Z_6 = \frac{U_6^2}{S_6^2}.$ $3. Z_6 = \frac{U_6^2}{S_6}.$ $4. Z_6 = \frac{U_6}{S_6^2}.$
13	При параллельном соединении сопротивлений X_i результирующее сопротивление составит	$1. X_{\Sigma} = \Sigma X_i.$ $2. X_{\Sigma} = \Sigma \frac{1}{X_i}.$ $3. X_{\Sigma} = \frac{X_1 X_2 X_3 \dots}{X_1 + X_2 + X_3 + \dots}.$ $4. X_{\Sigma} = \frac{1}{\Sigma \frac{1}{X_i}}.$
14	Точку КЗ подпитывают несколько ЭДС E_i через сопротивления X_i , эквивалентная ЭДС составит...	$1. E_3 = \Sigma E_i.$ $2. E_3 = \Sigma X_i E_i.$ $3. E_3 = \Sigma \frac{E_i}{X_i}$ $4. E_3 = \frac{\Sigma \frac{E_i}{X_i}}{\Sigma \frac{1}{X_i}}.$

15	Особенностью расчета токов КЗ в установках до 1000 В является	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пренебрежение активными сопротивлениями элементов цепи. 2. Пренебрежение индуктивными сопротивлениями элементов цепи. 3. Учет активных сопротивлений элементов цепи. 4. Учет насыщения элементов с магнитопроводами.
16	Подпиткуточки КЗ от двигателей в сетях до 1000 В следует учитывать, если:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Суммарный номинальный ток двигателей превышает 10 % значения периодической составляющей тока КЗ. 2. Суммарный номинальный ток двигателей превышает 10 % значения периодической составляющей тока КЗ. 3. Суммарная мощность двигателей превышает 100 кВт. 4. Суммарные мощности синхронных и асинхронных двигателей соизмеримы.
17	Любую несимметричную систему трех векторов можно разложить на ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прямую, обратную и квадратичную последовательности. 2. Прямую, обратную и нулевую последовательности. 3. Прямую, обратную и аperiodическую последовательности. 4. Прямую, обратную и периодическую последовательности.
18	Система прямой последовательности состоит	<ol style="list-style-type: none"> 1. Из трех равных векторов, совпадающих по направлению друг с другом. 2. Из трех равных векторов, сдвинутых по фазе на угол 120°, с порядком чередования фаз А,В,С. 3. Из трех равных векторов, сдвинутых по фазе на угол 120°, с порядком чередования фаз А,С,В. 4. Из двух равных векторов, сдвинутых по фазе на угол 180°, с порядком чередования фаз А, В
19	Система обратной последовательности состоит	<ol style="list-style-type: none"> 1. Из трех равных векторов, сдвинутых по фазе на угол 120°, с порядком чередования фаз А,В,С. 2. Из трех равных векторов, совпадающих по направлению друг с другом. 3. Из трех равных векторов, сдвинутых по фазе на угол 90°. 4. Из трех равных векторов, сдвинутых по фазе на угол 120°, с порядком чередования фаз А,С,В.
20	Система нулевой последовательности состоит	<ol style="list-style-type: none"> 1. Из трех равных векторов, сдвинутых по фазе на 120°, с порядком фаз А,С,В. 2. Из трех одинаковых векторов, совпадаю-

		<p>щих по направлению друг с другом.</p> <p>3. Из трех равных векторов, сдвинутых по фазе на угол 90°.</p> <p>4. Из трех равных векторов, сдвинутых по фазе на угол 120°, с порядком чередования фаз А,В,С.</p>
--	--	---

Вариант № 2

1	Какой характер имеет ток замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью	<ol style="list-style-type: none"> 1. Активный. 2. Аперриодический. 3. Емкостной. 4. Индуктивный.
2	В сетях 10 кВ компенсация емкостного тока замыкания на землю должна применяться при значении этого тока	<ol style="list-style-type: none"> 1. Более 20 А. 2. Более 10 А. 3. Более 1 А. 4. Более 5 А.
3	Компенсация емкостного тока замыкания на землю осуществляется	<ol style="list-style-type: none"> 1. Включением резистора в нейтраль источника питания. 2. Включением индуктивности в нейтраль источника питания. 3. Включением емкости в нейтраль источника питания. 4. Разземлением нейтрали.
4	Ударный ток КЗ оказывает на оборудование электроустановок	<ol style="list-style-type: none"> 1. Термическое воздействие. 2. Положительное воздействие. 3. Перенапряжения. 4. Электродинамическое воздействие.
5	Тепловой импульс тока КЗ I_K за время $t_{отк}$ рассчитывается по выражению	<ol style="list-style-type: none"> 1. $B = I_K t_{отк}$. 2. $B = I_K t_{отк}^2$. 3. $B = I_K^2 t_{отк}^2$. 4. $B = I_K^2 t_{отк}$.
6	Бросок тока намагничивания при включении ненагруженного трансформатора в сеть обусловлен	<ol style="list-style-type: none"> 1. Потерями на гистерезис в сердечнике трансформатора. 2. Потерями на вихревые токи в сердечнике трансформатора. 3. Насыщением сердечника трансформатора уменьшением индуктивности первичной обмотки. 4. Потерями на гистерезис и вихревые токи в сердечнике трансформатора.
7	При КЗ в трансформаторе по его обмоткам протекают	<ol style="list-style-type: none"> 1. Периодическая и аперриодическая составляющие тока КЗ. 2. Переходная и сверхпереходная аперриодические составляющие тока КЗ. 3. Переходная и сверхпереходная периодические составляющие тока КЗ. 4. Переходная аперриодическая, сверхпереходная аперриодическая и периодическая составляющие тока КЗ.
8	Соотношение между R и X в мощных силовых трансформаторах	<ol style="list-style-type: none"> 1. $R \gg X$. 2. $R \ll X$. 3. $R \approx X$.

		4. $R = X/2$.
9	Величина электромагнитного момента двигателя пропорциональна	<ol style="list-style-type: none"> 1. Напряжению на зажимах двигателя. 2. Квадрату частоты сети. 3. Квадрату напряжения на зажимах двигателя. 4. Частоте сети.
10	Пусковой $I_{пн}$ и номинальный $I_{н}$ токи асинхронного двигателя находятся в соотношении	<ol style="list-style-type: none"> 1. $I_{пн} \approx I_{н}$. 2. $I_{пн} = (2-2,5)I_{н}$. 3. $I_{пн} = (5-7)I_{н}$. 4. $I_{пн} < I_{н}$.
11	Реакторный пуск мощного двигателя применяется	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для снижения токов КЗ. 2. Для повышения напряжения на шинах и точника, к которым подключены другие потребители. 3. Для повышения статической устойчивости. 4. Для повышения динамической устойчивости.
12	Самозапуск двигателей – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. То же самое, что и пуск. 2. Последовательное подключение двигателя к питающей сети. 3. Разгон двигателей после кратковременного перерыва питания и снижения частоты вращения. 4. Пуск двигателя с помощью средств автоматики.
13	Трёхфазная система токов в трех неподвижных контурах статора синхронной машины создает	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пульсирующее поле. 2. Неизменное во времени поле. 3. Вращающееся поле. 4. Электростатическое поле.
14	Наибольшее отличие сопротивлений x_d и x_q	<ol style="list-style-type: none"> 1. У генераторов ТЭЦ. 2. У генераторов АЭС. 3. У генераторов ГЭС. 4. У генераторов КЭС.
15	Каково соотношение между синхронным X_D , переходным X'_D и сверхпереходным X''_D сопротивлениями синхронной машины?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $x_d < x'_d < x''_d$. 2. $x_d > x'_d > x''_d$. 3. $x_d = x'_d = x''_d$. 4. $x_d < x'_d > x''_d$.
16	Продольная ось синхронной машины – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вертикальная ось статора машины. 2. Ось с наименьшим магнитным сопротивлением, совпадающая с осью полюсов ротора. 3. Ось с наибольшим магнитным сопротивлением, совпадающая с осью между полюсами пространства ротора. 4. Горизонтальная ось статора машины.
17	Поперечная ось синхронной машины – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вертикальная ось статора машины. 2. Ось с наименьшим магнитным сопротивлением, совпадающая с осью полюсов ротора. 3. Ось с наибольшим магнитным сопротивлением, совпадающая с осью между полюсами пространства ротора.

		4. Горизонтальная ось статора машины.
18	6. Постоянные времени ротора при разомкнутом T_{d0} и замкнутом T_d статоре связаны соотношением	<ol style="list-style-type: none"> 1. $T_{d0} = T_d$. 2. $T_{d0} > T_d$. 3. $T_{d0} < T_d$. 4. $T_{d0} = 2T_d$
19	Соотношение между синхронной E_Q и переходной E'_Q ЭДС	<ol style="list-style-type: none"> 1. $E_q = E'_q$. 2. $E_q > E'_q$. 3. $E_q < E'_q$. 4. $2E_q = E'_q$
20	Синхронная ЭДС E_Q синхронной машины ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. пропорциональна квадрату потока, обусловленному током возбуждения. 2. равна току возбуждения. 3. пропорциональна потоку рассеяния. 4. пропорциональна потоку, обусловленному током возбуждения.

Вариант № 3

1	В начальный момент КЗ синхронная машина без демпферной обмотки на роторе представляется	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сверхпереходной ЭДС E''_q, приложенной за сверхпереходным сопротивлением x''_d. 2. Переходной ЭДС E'_q, приложенной за синхронным сопротивлением x_d. 3. Переходной ЭДС E'_q, приложенной за переходным сопротивлением x'_d. 4. Синхронной ЭДС E_q, приложенной за синхронным сопротивлением x_d.
2	В начальный момент КЗ синхронная машина с демпферной обмоткой на роторе представляется	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сверхпереходной ЭДС E''_q, приложенной за сверхпереходным сопротивлением x''_d. 2. Переходной ЭДС E'_q, приложенной за синхронным сопротивлением x_d. 3. Переходной ЭДС E'_q, приложенной за переходным сопротивлением x'_d. 4. Синхронной ЭДС E_q, приложенной за синхронным сопротивлением x_d.
3	В установившемся режиме КЗ синхронная машина без демпферной обмотки на роторе представляется	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сверхпереходной ЭДС E''_q, приложенной за сверхпереходным сопротивлением x''_d. 2. Переходной ЭДС E'_q, приложенной за синхронным сопротивлением x_d. 3. Переходной ЭДС E'_q, приложенной за переходным сопротивлением x'_d. 4. Синхронной ЭДС E_q, приложенной за синхронным сопротивлением x_d.
4	В установившемся режиме КЗ синхронная машина с демпферной обмоткой на роторе представляется	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сверхпереходной ЭДС E''_q, приложенной за сверхпереходным сопротивлением x''_d. 2. Переходной ЭДС E'_q, приложенной за синхронным сопротивлением x_d. 3. Переходной ЭДС E'_q, приложенной за переходным сопротивлением x'_d. 4. Синхронной ЭДС E_q, приложенной за

		синхронным сопротивлением x_d .
5	Параметры режима электрической системы – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сопротивления элементов. 2. Емкостные проводимости линий. 3. Коэффициенты трансформации. 4. Напряжение, ток, мощность.
6	2. Параметры электрической системы – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Напряжение, ток, мощность. 2. Сопротивления элементов. 3. Частота. 4. Качество электроэнергии.
7	Статическая устойчивость электроэнергетической системы – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Способность системы восстанавливать исходный режим после отключения близкого КЗ. 2. Способность элементов системы выдерживать токи КЗ. 3. Способность системы входить в синхронизацию после кратковременного асинхронного хода. 4. Способность системы восстанавливать исходный режим после малого его возмущения.
8	Пропускной способностью элемента системы называют	<ol style="list-style-type: none"> 1. Способность элемента выдерживать ток КЗ. 2. Наибольшую мощность, которую можно передать через этот элемент с учетом различных ограничивающих факторов 3. Термическую стойкость элемента. 4. Электродинамическую стойкость элемента
9	Позиционная система– это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Система, в которой параметры режима зависят от ее текущего состояния и от того, как бы достигнуто это состояние. 2. Система, в которой параметры режима зависят от ее текущего состояния, независимо от того, как было достигнуто это состояние. 3. Система, в которой все параметры неизменны. 4. Система, в которой меняется один параметр, а остальные неизменны.
10	. Статические характеристики системы –это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Номинальные параметры элементов системы. 2. Взаимосвязи параметров режима системы, не зависящие от времени. 3. Взаимосвязи параметров режима систем зависящие от времени. 4. Зависимости параметров системы от воздействий окружающей среды.
11	7. Напряжение приемной системы можно считать неизменным, если	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мощность генераторов системы значительно больше мощности синхронной машины работающей на эту систему. 2. Мощность генераторов системы соизмерима с мощностью синхронной машины, работающей на эту систему. 3. Генераторы системы имеют регуляторы частоты.

		4. Мощность генераторов системы значительно меньше мощности синхронной машины, работающей на эту систему.
12	Выберите выражение характеристики мощности синхронной машины	<ol style="list-style-type: none"> 1. $P = \frac{X}{EU} \sin \delta$. 2. $P = \frac{EU}{X} \sin \delta$. 3. $P = \frac{EU}{X} \operatorname{tg} \delta$. 4. $P = \frac{EU}{X} \cos \delta$.
13	Характеристика мощности синхронной машины имеет	<ol style="list-style-type: none"> 1. Экспоненциальный характер. 2. Тангенциальный характер. 3. Параболический характер. 4. Синусоидальный характер.
14	Если мощность генератора больше мощности турбины, то	<ol style="list-style-type: none"> 1. На валу системы турбина-генератор возникает избыточный ускоряющий момент. 2. Напряжение генератора повышается. 3. Сопротивление генератора уменьшается. 4. На валу системы турбина-генератор возникает избыточный тормозящий момент
15	Если мощность генератора меньше мощности турбины, то	<ol style="list-style-type: none"> 1. На валу системы турбина-генератор возникает избыточный ускоряющий момент. 2. Напряжение генератора повышается. 3. Сопротивление генератора уменьшается. 4. На валу системы турбина-генератор возникает избыточный тормозящий момент
16	Критерий статической устойчивости	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{\Delta P}{\Delta \delta} > 0$. 2. $\frac{\Delta \delta}{\Delta P} > 0$. 3. $\frac{\Delta P}{\Delta \delta} < 0$. 4. $\frac{\Delta P}{\Delta \delta} = 1$
17	Точка характеристики мощности является точкой устойчивого равновесия, если	<ol style="list-style-type: none"> 1. Положительному приращению угла δ соответствует положительное приращение мощности P. 2. Положительному приращению угла δ соответствует отрицательное приращение мощности P. 3. Положительному приращению угла δ соответствует нулевое приращение мощности P. 4. Приращению угла δ никак не связано с приращением мощности P.
18	Для синхронного генератора точка характеристики	<ol style="list-style-type: none"> 1. Положительному приращению угла δ

	<p>мощности является точкой неустойчивого равновесия, если</p>	<p>соответствует положительное приращение мощности P.</p> <p>2. Положительному приращению угла δ соответствует отрицательное приращение мощности P.</p> <p>3. Положительному приращению угла δ соответствует нулевое приращение мощности P.</p> <p>4. Приращению угла δ никак не связано с приращением мощности P.</p>
19	<p>Характер нарушения статической устойчивости тип «сползание» обусловлен</p>	<p>1. Наличием в системе быстродействующих автоматических регуляторов.</p> <p>2. Наличием в системе асинхронных двигателей.</p> <p>3. Загрузкой передачи до предельной мощности.</p> <p>4. Тормозным моментом на валу системы турбина-генератор.</p>
20	<p>. Уравнение движения ротора синхронной машины может быть записано в виде</p>	<p>1. $T_j \frac{d\delta}{dt^2} = \Delta P.$</p> <p>2. $T_j \frac{d^2\delta}{dt} = \Delta P.$</p> <p>3. $T_j \frac{d\delta}{dt} = \Delta P.$</p> <p>4. $T_j \frac{d^2\delta}{dt^2} = \Delta P.$</p>

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации(зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, недопуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамена:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Шилин А. Н. Переходные процессы в электроэнергетических системах : учеб.- метод. пособие / А. Н. Шилин, С. С. Дементьев, П. В. Дикарев ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2020. – 96 -

Режим доступа:

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_43158058_98592049.pdf

2. Сазыкин В.Г. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: учебное пособие / В.Г. Сазыкин, А.Г. Кудряков. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 255 с.

Режим доступа:

<https://kubsau.ru/upload/iblock/ecd/ecda39b02422ef8717abc7a997a8299a.pdf>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Куликов Ю. А. Переходные процессы в электрических системах : учеб.пособие / Ю. А. Куликов ; НГТУ. - М.: Мир : АСТ, 2003. - 283 с.-

Режим доступа:

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E27%2F%D0%9A903%2D40140.<.>

2. Шабад В. К. Переходные электромеханические процессы в электроэнергетических системах : [учеб.пособие] / В. К. Шабад ; Моск. гос. открытый ун-т. - М. : Изд-во МГОУ, 2005. - 116 с.-

Режим доступа:

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E27%2F%D0%A8%20121%2D272836.<.>

3. Веников В.А. Режимы работы электрических систем и сетей /В.А. Веников, Л.А. Жуков, Г.Е. Поспелов ; ред. С. М. Оводова - Москва : Высшая школа, 1975. - 343

с.http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=0000447957<.>

4. Мелешкин, Г. А. Расчет переходных режимов в системах электроснабжения : учеб.пособие / Г. А. Мелешкин. - Л. : СЗПИ, 1980. - 74 с.:

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E27%2F%D0%9C473%2D436822<.>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. **Переходные процессы в электроэнергетических системах** : учеб.-метод. комплекс / сост.: В. Н. Костин, А. А. Юрганов. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2009. - 245 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=09%D1%81%D1%8D%D0%B2%D0%BF%D0%9F%D0%B8%D0%BB%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%82245%2D125085<.>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукоонт»». <http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекционных занятий:

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт.

Аудитории для проведения практических занятий:

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 4 шт.

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 3 шт.
30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт.

Аудитория для проведения лабораторных занятий:

13 посадочных мест

Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники», ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования», ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования», ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012, Kaspersky antivirus 6.0.4.142

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники», ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования», ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования», ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012, Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК № 797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) – 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм – 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.
Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.
CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»
Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product key: 766H1
Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMATH Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:
Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.
Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7
Microsoft Office 2010 Professional Plus
Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:
Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.
Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional
Microsoft Office 2007 Professional Plus
Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:
Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.
Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional
Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)
Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional
2. Microsoft Office 2007 Standard
3. Microsoft Office 2010 Professional Plus