

**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**

***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ***  
***ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.04 Горное дело
<b>Направленность (профиль):</b>	Электрификация и автоматизация горного производства
<b>Квалификация выпускника:</b>	горный инженер (специалист)
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Б.Ю. Васильев

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование электромеханических систем» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.04 Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 987 от 12 августа 2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.04 Горное дело», направленность (профиль) «Электрификация и автоматизация горного производства».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Б.Ю. Васильев

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики от 22.01.2021 г., протокол № 12/01.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. В.А. Шпенст

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель - изучение методов и принципов математического моделирования и расчета электромеханических комплексов и систем, включая электрические двигатели, преобразователи частоты, системы управления, исполнительные механизмы, технологические процессы.

Основные задачи дисциплины:

- изучение особенностей расчета и моделирования силовых трансформаторов и вращающихся электрических машин;
- ознакомление с основными схемами замещения линий электропередачи, силовых трансформаторов, вращающихся электрических машин и реакторов;
- изучение особенностей расчета статических характеристик электрической нагрузки;
- ознакомление с методами фазовых преобразований в системах управления электротехническими комплексами и системами;
- изучение методов расчета электрических сетей в относительных и именованных единицах.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование электромеханических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.04 Горное дело» и изучается в 9 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Математическое моделирование электромеханических систем» являются «Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства», «Электрические машины», «Силовая преобразовательная техника».

Дисциплина «Математическое моделирование электромеханических систем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

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

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование электромеханических систем» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен выполнять математическое моделирование в рамках выполнения проекта автоматизированных электротехнических комплексов и систем	ПКС-7.	ПКС-7.1. Знать: порядок расчета параметров автоматизированных электротехнических систем и систем ПКС-7.2. Уметь: разрабатывать математические и имитационные модели автоматизированных электротехнических систем и систем ПКС-7.3. Владеть: навыками математического моделирования автоматизированных электротехнических систем и систем

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 9 зачётных единицы, 108 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		9
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Подготовка к лекциям	<i>до 0,5 ч/лекцию</i>	
Подготовка к лабораторным работам	<i>до 2 ч/работу</i>	
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	<i>до 2 / занятие; до 3 / семинар</i>	
Выполнение курсовой работы / проекта	<i>до 20 / работу до 36 / проект</i>	
Расчетно-графическая работа (РГР)	<i>до 12 / задание</i>	
Реферат	<i>до 12 / реферат</i>	
Домашнее задание	<i>до 6 / задание</i>	22
Подготовка к контрольной работе	<i>до 3 / работу</i>	
Подготовка к коллоквиуму	<i>до 3 / работу</i>	
Аналитический информационный поиск	<i>до 18 в рамках дисциплины</i>	
Работа в библиотеке	<i>до 18 в рамках дисциплины</i>	
Подготовка к зачету / дифф. зачету	<i>3×n, где n – количество разделов дисциплины</i>	18
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>108</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>

### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия 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,
Раздел 1 «Математические модели электрических двигателей»	18	6	6	-	6
Раздел 2 «Математические модели преобразователей частоты»	18	6	6	-	6
Раздел 3 «Математические модели исполнительных	20	6	6	-	8

механизмов»					
Раздел 4 «Математические модели систем управления»	22	6	6	-	10
Раздел 5 «Математические модели комплектов электроприводов»	30	10	10	-	10
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>34</b>	<b>34</b>		<b>40</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Математические модели электрических двигателей	Цели и задачи курса. Связь с другими дисциплинами. Классификация элементов системы электропитания, их моделей и методов расчета. Задачи моделирования. Линейные системы. Математические модели линий электропередачи (ЛЭП). ЛЭП с распределенными параметрами.	6
2	Математические модели преобразователей частоты	Первая и вторая модели трансформаторов. Двух и трехобмоточные трансформаторы. Схемы замещения в установившемся и переходном режимах.	6
3	Математические модели исполнительных механизмов	Модель элементарной электрической машины. Модель асинхронной машины. Модель синхронной машины. Уравнения Парка-Горева. Модель машины постоянного тока. Фазовые преобразования.	6
4	Математические модели систем управления	Модели нагрузки через заданные постоянные мощности, сопротивления, проводимости. Статические характеристики нагрузки.	6
5	Математические модели комплектов электроприводов	Метод контурных токов, метод узловых потенциалов, метод эквивалентного генератора, метод наложения, метод симметричных составляющих, метод характеристик, метод кусочно-линейной аппроксимации, метод наименьших квадратов, метод Гаусса, метод Зейделя, метод простых итераций, метод переменных состояния. Расчеты в относительных и именованных единицах.	10
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Определение первичных параметров двухпроводной ЛЭП. Расчет потенциальных коэффициентов. Расчет индуктивности двух и трехпроводной ЛЭП. Расчет потерь на корону в высоковольтных ЛЭП. Расчет вторичных параметров ЛЭП. Расчет параметров схем замещения ЛЭП.	6
2	Раздел 2	Расчет параметров схем замещения трансформаторов.	6

3	Раздел 3	Расчет тока подпитки асинхронного двигателя. Расчет рабочих характеристик синхронного двигателя.	6
4	Раздел 4	Расчет нагрузки для электрической сети горного и нефтегазового предприятия.	6
5	Раздел 5	Расчет системы электроснабжения предприятия.	10
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

*курсовые работы (проекты) не предусмотрены*

### 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.

**Консультации** (текущая консультация, накануне *зачета* 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.

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

#### 6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

##### Раздел 1. Математические модели линий электропередачи

1. Классификация элементов системы электроснабжения, их моделей и методов расчета.
2. Задачи моделирования.
3. Математические модели линий электропередачи (ЛЭП).
4. Первичные и вторичные параметры ЛЭП.
5. Волновые процессы в ЛЭП.
6. Т- и П-образные схемы замещения.

##### Раздел 2. Математические модели трансформаторов

1. Первая и вторая модели трансформаторов.
2. Двухобмоточные и трехобмоточные трансформаторы.
3. Схемы замещения в установившемся и переходном режимах.

4. Фазовые преобразования при моделировании трансформаторов.
5. Паспортные параметры трансформаторов.

### **Раздел 3. Математические модели электрических машин**

1. Модель элементарной электрической машины.
2. Модель асинхронной машины.
3. Модель синхронной машины.
4. Уравнения Парка-Горева.
5. Модель машины постоянного тока.
6. Фазовые преобразования при моделировании электрических машин.

### **Раздел 4. Математические модели электрических нагрузок**

1. Модели нагрузки через заданные постоянные мощности, сопротивления.
2. Статические характеристики нагрузки.
3. Активная, реактивная и полная мощности нагрузки.
4. Методы расчета электрических нагрузок.
5. Схемы замещения электрических нагрузок.

### **Раздел 5. Методы расчета электромеханических систем**

1. Метод контурных токов, метод узловых потенциалов, метод эквивалентного генератора, метод наложения.
2. Метод симметричных составляющих, метод характеристик.
3. Метод кусочно-линейной аппроксимации, метод наименьших квадратов, метод Гаусса, метод Зейделя.
4. Метод простых итераций, метод переменных состояния.
5. Расчеты в относительных и именованных единицах.

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)**

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

1. Что такое частичные емкости ЛЭП?
2. Какой метод используется для определения частичных емкостей ЛЭП?
3. Как меняется вид телеграфных уравнений ЛЭП с учетом частичных емкостей?
4. Каким элементом можно представить ЛЭП в синусоидальном режиме для схем замещения?
5. Какие виды волн возникают при электромагнитных процессах в ЛЭП при синусоидальном режиме?
6. Чем отличаются друг от друга падающая и отраженная волны в ЛЭП?
7. Перечислите основные вторичные параметры ЛЭП, как они определяются?
8. Каково максимальное значение фазовой скорости?
9. Каким образом определяется волновое сопротивление ЛЭП?
10. Перечислите основные схемы замещения ЛЭП.
11. Какими пассивными элементами моделируется ЛЭП при составлении схем замещения?
12. Каким методом необходимо пользоваться при исследовании несинусоидальных режимов или физическом моделировании ЛЭП?
13. Дайте определение натуральной мощности?
14. Какие существуют модели трансформаторов, какие параметры в них участвуют?
15. Какая связь существует между обмотками трансформаторов, каким образом она представлена в схемах замещения?
16. Что такое коэффициент трансформации силового трансформатора?
17. Как определяются параметры схем замещения трансформаторов?

18. Какими пассивными элементами представляется трансформатор при упрощенной схеме замещения?
19. От каких явлений зависит величина потерь в стали для трансформаторов?
20. Из каких опытов определяются параметры схемы замещения для трехобмоточного трансформатора?
21. С помощью каких симметричных составляющих осуществляется моделирование трехобмоточного трансформатора?
22. Какие параметры присутствуют в уравнениях электрической машины?
23. Чем определяется величина активной мощности электрической машины?
24. Чем определяется величина электромагнитного момента электрической машины?
25. В каких системах координат осуществляется математическое моделирование асинхронной машины?
26. Каким образом происходит упрощение схемы замещения асинхронной машины?
27. Чем определяется выбор той или иной системы координат при моделировании асинхронной машины?
28. В какой системе координат записываются уравнения синхронной машины?
29. Как называется основная характеристика синхронной машины?
30. Как называются основные уравнения, описывающие режим работы синхронной машины?
31. Какие параметры входят в уравнения статорной и роторной цепи машины постоянного тока?
32. При каких условиях уравнения машины постоянного тока превращаются в уравнения трансформатора?
33. Какими параметрами определяются статические характеристики нагрузки?
34. Каким образом составляются динамические модели нагрузки?
35. Какие методы используются при расчете установившихся режимов электрических цепей?
36. Какие методы используются при расчете установившихся режимов нелинейных электрических цепей?
37. Какие методы используются при расчете динамических режимов электрических цепей?



## 6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Установленной мощностью называется	<p>1. Потребляемая мощность всех приемников, питаемых от данной трансформаторной подстанции в часы минимума нагрузки.</p> <p>2. Номинальная мощность всех приемников, питаемых от данной трансформаторной подстанции, за исключением резервных и работающих только в ремонтную смену.</p> <p>3. Потребляемая мощность всех приемников, питаемых от данной трансформаторной подстанции в часы максимума нагрузки.</p> <p>Номинальная мощность всех приемников, питаемых от данной трансформаторной подстанции.</p>
2.	Присоединенной мощностью называется	<p>1. Мощность, потребляемая приемниками при работе с минимальной нагрузкой.</p> <p>2. Мощность, потребляемая приемниками при работе с максимальной нагрузкой.</p> <p>3. Мощность, потребляемая приемниками при работе с номинальной нагрузкой.</p> <p>Мощность, потребляемая приемниками 1-ой и 2-ой категорий с учетом обеспечения резервного питания.</p>
3.	Коэффициент спроса учитывает	<p>1. Степень обеспечения равномерности загрузки электроприемников.</p> <p>2. Степень загрузки и одновременности работы потребителей.</p> <p>3. Степень обеспечения возможной перегрузки электроприемников.</p> <p>Степень заполнения суточного графика потребления активной мощности.</p>
4.	Чему равен коэффициент формы графика нагрузки забоев с узкозахватными комбайнами?	<p>1. 0,5.</p> <p>2. 1,03.</p> <p>3. 2,05.</p> <p>4. 3,01.</p>
5.	Коэффициент максимума графика активной нагрузки предприятия	<p>1. <math>K_M = 10</math>.</p> <p>2. <math>K_M = 0,6</math>.</p> <p>3. <math>K_M = 0,8</math>.</p> <p>4. <math>K_M = 1 \div 3</math>.</p>
6.	Коэффициент спроса определяется по формуле, где $P_n$ – номинальная мощность электроприемника; $P_{max}$ – максимальная мощность; $T_{и.а}$ – число часов использования максимума активной нагрузки; $K_\phi$ – коэффициент формы; $K_M$ – коэффициент максимума.	<p>1. <math>K_c = P_{max} / \sum_{k=1}^n P_{н.к}</math>.</p> <p>2. <math>K_c = P_{max} \cdot T_{и.а}</math>.</p> <p>3. <math>K_c = K_\phi \cdot K_M</math>.</p> <p>4. <math>K_c = \sum_{k=1}^n P_{н.к} / P_{max}</math>.</p>

7.	<p>Коэффициент использования активной мощности определяется по формуле, где <math>P_d</math> – среднеквадратичная мощность; <math>P_{cp}</math> – средняя мощность; <math>P_n</math> – номинальная мощность электроприемника; <math>P_{max}</math> – максимальная мощность; <math>T_{и.а}</math> – число часов использования максимума активной нагрузки.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>K_{и.а} = P_{max} / \sum_{k=1}^n P_{н.к}</math></li> <li>2. <math>K_{и.а} = P_{max} \cdot T_{и.с}</math></li> <li>3. <math>K_{и.а} = P_{cp} / \sum_{k=1}^n P_{н.к}</math></li> <li>4. <math>K_{и.а} = \sum_{k=1}^n P_{н.к} / P_{max}</math></li> </ol>
8.	<p>Коэффициент формы графика активной нагрузки определяется по формуле, где <math>P_d</math> – среднеквадратичная мощность; <math>P_{cp}</math> – средняя мощность; <math>P_n</math> – номинальная мощность электроприемника; <math>P_{max}</math> – максимальная мощность; <math>T_{и.а}</math> – число часов использования максимума активной нагрузки.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>K_{ф.а} = P_{max} / \sum_{k=1}^n P_{н.к}</math></li> <li>2. <math>K_{ф.а} = P_{max} \cdot T_{и.а}</math></li> <li>3. <math>K_{ф.а} = P_{cp} / \sum_{k=1}^n P_{н.к}</math></li> <li>4. <math>K_{ф.а} = P_d / P_{cp}</math></li> </ol>
9.	<p>Коэффициент заполнения графика активной нагрузки определяется по формуле, где <math>P_d</math> – среднеквадратичная мощность; <math>P_{cp}</math> – средняя мощность; <math>P_n</math> – номинальная мощность электроприемника; <math>P_{max}</math> – максимальная мощность; <math>T_{и.а}</math> – число часов использования максимума активной нагрузки.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>K_{з.а} = P_{max} / \sum_{k=1}^n P_{н.к}</math></li> <li>2. <math>K_{з.а} = P_{max} \cdot T_{и.а}</math></li> <li>3. <math>K_{з.а} = P_{cp} / P_{max}</math></li> <li>4. <math>K_{з.а} = P_d / P_{cp}</math></li> </ol>
10.	<p>По какой формуле определяется число часов использования максимума активной нагрузки в сутки?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>T_{и.а} = 24 \cdot P_{max} / \sum_{k=1}^n P_{н.к}</math></li> <li>2. <math>T_{и.а} = 24 \cdot P_{max} \cdot T_{и.а}</math></li> <li>3. <math>T_{и.а} = 24 \cdot P_{cp} / P_{max}</math></li> <li>4. <math>T_{и.а} = 24 \cdot P_d / P_{cp}</math></li> </ol>
11.	<p>Коэффициентом формы графика нагрузки называется</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Произведение эффективного (средне-го квадратического) тока на коэффициент максимума активной мощности.</li> <li>2. Произведение коэффициента спроса на средневзвешенный коэффициент мощности потребителя электроэнергии.</li> <li>3. Отношение коэффициента мощности потребителя электроэнергии на среднее значение мощности.</li> <li>4. Отношение эффективного (среднего квадратического) тока или полной мощности приемника за определенный период времени к их среднему значению за этот же период.</li> </ol>
12.	<p>Расчетная нагрузка при использовании статистического метода определяется по формуле, где <math>P_d</math> – среднеквадратичная мощность; <math>P_{cp}</math> – средняя мощность; <math>K_f</math> – коэффициент формы; <math>Z</math> – параметр, характеризующий вероятность превышения случайной величины.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>P_r = P_d \cdot (1 + Z \cdot k_{\phi}^2 - 1)</math></li> <li>2. <math>P_r = P_c \cdot (1 + Z \cdot k_{\phi}^2 - 1)</math></li> <li>3. <math>P_r = P_c \cdot (1 - Z \cdot k_{\phi}^2 - 1)</math></li> <li>4. <math>P_r = P_c \cdot (1 + Z \cdot 1 - k_{\phi}^2)</math></li> </ol>

13.	Расчетной электрической нагрузкой называется	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. средняя нагрузка за сутки</li> <li>2. среднеквадратичная нагрузка за 30 мин.</li> <li>3. максимальная из средних нагрузок с временем осреднения 30 мин. за весь период эксплуатации электрооборудования.</li> <li>4. максимальная средняя нагрузка с периодом осреднения 10 мин.</li> </ol>
14.	Для выбора номинальной мощности трансформаторной подстанции используется следующий тип электрической нагрузки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Номинальные электрические нагрузки.</li> <li>2. Максимальные электрические нагрузки.</li> <li>3. Полные электрические нагрузки.</li> <li>4. Расчетные электрические нагрузки.</li> </ol>
15.	Что такое график электрической нагрузки?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зависимость тока от времени.</li> <li>2. Зависимость напряжения от времени.</li> <li>3. Зависимость активной или реактивной мощности от времени.</li> <li>4. Зависимость сопротивления от времени.</li> </ol>
16.	Реактивная мощность измеряется в	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кВт.</li> <li>2. кВ·А.</li> <li>3. квар.</li> <li>4. кВт·ч.</li> </ol>
17.	Расчетная активная мощность измеряется в	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кВт.</li> <li>2. кВ·А.</li> <li>3. квар.</li> <li>4. кВт·ч.</li> </ol>
18.	Расчетная реактивная мощность измеряется в	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кВт.</li> <li>2. кВ·А.</li> <li>3. квар.</li> <li>4. кВт·ч.</li> </ol>
19.	Полная мощность измеряется в	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кВт.</li> <li>2. кВ·А.</li> <li>3. квар.</li> <li>4. кВт·ч.</li> </ol>
20.	Активная мощность измеряется в	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кВт.</li> <li>2. кВ·А.</li> <li>3. квар.</li> <li>4. кВт·ч.</li> </ol>

*Вариант 2*

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Схема замещения какого элемента по-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Источник питания выше 1 кВ.</li> <li>2. Синхронный двигатель.</li> <li>3. Реактор.</li> <li>4. Линия электропередач.</li> </ol>
2.	Постоянная времени нагрева проводов, кабелей и электрических аппаратов равна величине	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\tau_n = 1</math> мин.</li> <li>2. <math>\tau_n \leq 10</math> мин.</li> <li>3. <math>\tau_n \leq 30</math> мин.</li> <li>4. <math>\tau_n = 1</math> час.</li> </ol>

3.	Какого режима работы СЭС не существует?	1. Нормальные установившиеся режимы. 2. Нормальные переходные режимы. 3. Аварийные переходные режимы. Аварийные динамические режимы.
4.	Схема замещения какого элемента показана на рисунке?	1. Трехфазный трехобмоточный трансформатор. 2. Сдвоенный реактор. 3. Линия электропередач. Фильтрокомпенсирующее устройство.
5.	Какие режимы сопровождают текущую эксплуатацию СЭС и возникают при включениях и отключениях отдельных нагрузок и линий электропередачи?	1. Послеаварийные установившиеся режимы. 2. Нормальные переходные режимы. 3. Аварийные переходные режимы. Аварийные динамические режимы.
6.	Приведенное к базовой ступени трансформации полное сопротивление элемента сети в Ом определяется из выражения	$1. Z = Z(U / U_{\text{cp}})^2.$ $2. Z = Z / (U_{\text{б}} / U_{\text{cp}}).$ $3. Z = Z(U / U_{\text{б}})^2.$ $4. Z = Z(U / U)^3.$
7.	Приведенное к базовой ступени трансформации полное сопротивление элемента сети в о.е. определяется из выражения	$1. Z_{\text{cp}} = Z \cdot \frac{S_{\text{б}}}{U}$ $2. Z_{\text{cp}} = Z \cdot \frac{S_{\text{б}}}{U^2}$ $3. Z_{\text{б}} = Z \cdot \frac{U_{\text{cp}}^2}{S}$ $4. Z_{\text{б}} = Z \cdot \frac{U_{\text{cp}}}{S}$
8.	Периодическая составляющая тока короткого замыкания имеет наибольшее значение при	1. Замыкании на землю в системе с изолированной нейтралью. 2. 2-х. фазном к.з. на землю в системе с глухозаземленной нейтралью. 3. 3-х. фазном симметричном к.з. Однофазном к.з. в системе с глухозаземленной нейтралью.
9.	Ударный ток трехфазного симметричного к.з.	$1. i = 3 \cdot I^{(3)} \cdot \left( 1 + e^{-\frac{0.01}{T_a} t} \right)$ $2. i = 2 \cdot I^{(3)} \cdot \left( 1 + e^{-\frac{0.01}{T_a} t} \right)$ $3. i = 3 \cdot I^{(3)} \cdot \left( 1 + e^{-\frac{0.02}{T_a} t} \right)$ $4. i = 3 \cdot I^{(3)} \cdot \left( 1 + e^{-\frac{0.05}{T_a} t} \right)$

10.	При расчете токов трехфазного симметричного к.з. синхронные компенсаторы и электродвигатели напряжением свыше 1000 В рассматриваются как дополнительные источники питания,	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Если их мощность превышает 1000 кВт.</li> <li>2. Если они соединены с местом к.з. через трансформаторы.</li> <li>3. Если они соединены с местом к.з. непосредственно воздушными или кабельными линиями.</li> </ol> <p>Если их мощность свыше 10000 кВт.</p>
11.	С какой целью необходимо знать значение тока короткого замыкания?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для выбора трансформаторов.</li> <li>2. Для выбора электродвигателей.</li> <li>3. Для выбора компенсирующих устройств.</li> </ol> <p>Для выбора коммутационных аппаратов и уставок релейной защиты.</p>
12.	Схема замещения какого элемента при расчете трехфазного симметричного короткого замыкания показана на рисунке?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Источник питания выше 1 кВ.</li> <li>2. Синхронный двигатель.</li> <li>3. Реактор.</li> <li>4. Кабельная линия.</li> </ol>
13.	Схема замещения какого элемента при расчете трехфазного симметричного короткого замыкания показана на рисунке?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реактор.</li> <li>2. Воздушная линия.</li> <li>3. Кабельная линия.</li> </ol> <p>Однофазный трансформатор.</p>
14.	Какое основное назначение установок продольной емкостной компенсации?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уменьшение потерь напряжения в элементах системы электроснабжения.</li> <li>2. Уменьшение токов короткого замыкания.</li> <li>3. Компенсация электромагнитных помех.</li> </ol> <p>Демпфирование режимов самовозбуждения и самораскачивания, сопровождающиеся субгармоническими колебаниями тока и напряжения на нагрузке.</p>
15.	Какое основное назначение установок поперечной емкостной компенсации?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уменьшение токов короткого замыкания.</li> <li>2. Повышение уровня электробезопасности.</li> <li>3. Компенсация реактивной мощности.</li> </ol> <p>Соблюдение требуемого для технологического процесса режима нейтрали.</p>
16.	Какой недостаток имеют установки продольной емкостной компенсации?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уменьшение тока нагрузки.</li> <li>2. Возможность возникновения режимов самовозбуждения и самораскачивания, сопровождающиеся субгармоническими колебаниями тока и напряжения на нагрузке.</li> <li>3. Уменьшение напряжения на нагрузке.</li> </ol> <p>Уменьшение потерь реактивной мощности.</p>

17.	Как зависит уровень напряжения на нагрузке от места включения установок продольной емкостной компенсации в системе электроснабжения?	<p>1. Чем ближе место включения установок продольной емкостной компенсации к источнику питания, тем ниже напряжение на нагрузке.</p> <p>2. Чем ближе место включения установок продольной емкостной компенсации к нагрузке, тем ниже напряжение на нагрузке.</p> <p>3. Чем ближе место включения установок продольной емкостной компенсации к нагрузке, тем выше напряжение на нагрузке.</p> <p>4. Уровень напряжения на нагрузке не зависит от места включения установок продольной емкостной компенсации.</p>
18.	Где в системе электроснабжения необходимо размещать установки поперечной емкостной компенсации?	<p>1. Место размещения установок поперечной емкостной компенсации не влияет на режимы работы СЭС.</p> <p>2. Посередине между источником питания и нагрузкой.</p> <p>3. Как можно ближе к источнику питания.</p> <p>4. Как можно ближе к нагрузке.</p>
19.	Потери активной мощности на генерацию реактивной в конденсаторах равны	<p>1. 1 кВт/квар.</p> <p>2. 50 Вт/квар.</p> <p>3. 10 Вт/квар.</p> <p>4. (0,5÷1) Вт/квар.</p>
20.	Благодаря глубокому вводу значительно	<p>1. Сокращается длина воздушных линий.</p> <p>2. Сокращаются потери электроэнергии.</p> <p>3. Увеличивается расход кабельной продукции.</p> <p>4. Увеличиваются потери электроэнергии.</p>

*Вариант 3*

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Передача реактивной мощности ведет к...	<p>1. Уменьшению величины 3-х фазного симметричного короткого замыкания.</p> <p>2. Пробою изоляции.</p> <p>3. Неравномерному распределению переменного тока по сечению проводника, смещаясь к поверхностным слоям.</p> <p>4. Снижению пропускной способности элементов системы электроснабжения по активной мощности.</p>

2.	Какого случая протекания тока короткого замыкания в зависимости от характера изменения напряжения источника питания не существует?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. При питании от реактора.</li> <li>2. При питании от генератора с автоматическим регулированием тока возбуждения.</li> <li>3. При питании от генератора без автоматического регулирования тока возбуждения.</li> </ol> При питании от энергосистемы.
3.	Схема какого короткого замыкания показана на рисунке?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Однофазного короткого замыкания.</li> <li>2. Однофазного короткого замыкания на землю.</li> <li>3. Двухфазного короткого замыкания на землю.</li> </ol> Двухфазного короткого замыкания.
4.	При каком виде короткого замыкания действующее значение периодической составляющей тока определяется по формуле?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Однофазного.</li> <li>2. Двухфазного.</li> <li>3. Трехфазного.</li> </ol> Четырехфазного.
5.	При каком виде короткого замыкания действующее значение периодической составляющей тока определяется?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Однофазного.</li> <li>2. Двухфазного.</li> <li>3. Трехфазного.</li> </ol> Четырехфазного.
6.	При каком виде короткого замыкания действующее значение периодической составляющей тока определяется по формуле $I = \frac{U}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$ , где $Z_1$ – сопротивление прямой последовательности, $Z_2$ – сопротивление обратной последовательности, $Z_0$ – сопротивление нулевой последовательности?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Однофазного.</li> <li>2. Двухфазного.</li> <li>3. Трехфазного.</li> </ol> Четырехфазного.
7.	При расчете трехфазного тока короткого замыкания не учитываются	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Параметры источника питания.</li> <li>2. Параметры силовых трансформаторов.</li> <li>3. Параметры электродвигателей напряжением свыше 1 кВ.</li> </ol> Параметры установок поперечной емкостной компенсации.
8.	Какой способ расчета тока короткого замыкания используют при питании от генератора?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение тока короткого замыкания по методу минимума приведенных затрат.</li> <li>2. Определение тока короткого замыкания по расчетным кривым.</li> <li>3. Определение тока короткого замыкания по методу коэффициента спроса.</li> <li>4. Определение тока короткого замыкания по методу статической устойчивости.</li> </ol>
9.	Что не учитывают при расчете тока короткого замыкания в сетях до 1 кВ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Влияние его на ЭДС генераторов электростанций.</li> <li>2. Параметры силовых трансформаторов.</li> <li>3. Параметры линий электропередач.</li> </ol> Сопротивление контактов коммутационных аппаратов.

10.	Что необходимо учитывать в силовых трансформаторах при расчете трех-фазного тока короткого замыкания?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Насыщение стали магнитопровода.</li> <li>2. Емкостные связи между обмотками.</li> <li>3. Устройство регулирования под на-грузкой.</li> </ol> Систему охлаждения трансформато-ра.																																																												
11.	Какое действие тока короткого замыкания не учитывают в расчетах?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Динамическое.</li> <li>2. Термическое.</li> <li>3. Греющее.</li> </ol> Биологическое.																																																												
12.	Как распределяется нагрузка от электродинамических сил по длине шин?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Равномерно по длине.</li> <li>2. Распределена в центре.</li> <li>3. Распределена равномерно по краям. 80% по краям, 20% в центре.</li> </ol>																																																												
13.	Проверке по термической стойкости подлежат.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кабели.</li> <li>2. Голые шины и провода.</li> <li>3. Трансформаторы.</li> </ol> Электродвигатели.																																																												
14.	Группу соединения обмоток трансформаторов выбирают так, чтобы трансформаторы в максимально возможной степени отвечали следующему условию:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Препятствовали возникновению высших гармоник в электрических сетях.</li> <li>2. Ограничивали сопротивление прямой последовательности.</li> <li>3. Обеспечивали компенсацию реактивной мощности.</li> </ol> Снижали потери напряжения в распределительных сетях.																																																												
15.	Укажите группу трансформатора, схемы соединения обмоток которого показаны на рисунке. <table border="1" data-bbox="248 1205 671 1451" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th colspan="12">Схемы соединения обмоток</th> </tr> <tr> <th colspan="4">ВН</th> <th colspan="4">СН</th> <th colspan="4">НН</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td> <td><math>C_m</math></td><td><math>B_m</math></td><td><math>A_m</math></td><td><math>0_m</math></td> <td>c</td><td>b</td><td>a</td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td colspan="4"></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">x y z</td> <td colspan="4">z<sub>m</sub> y<sub>m</sub> x<sub>m</sub></td> <td colspan="4">z y x</td> </tr> </tbody> </table>	Схемы соединения обмоток												ВН				СН				НН				0	A	B	C	$C_m$	$B_m$	$A_m$	$0_m$	c	b	a														x y z				z <sub>m</sub> y <sub>m</sub> x <sub>m</sub>				z y x				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>Y_H/Y_H/\Delta-0-0</math>.</li> <li>2. <math>Y_H/Y_H/\Delta-0-11</math>.</li> <li>3. <math>Y/Y/\Delta-0-11</math>.</li> <li>4. <math>Y_H/Y_H/\Delta-11-11</math>.</li> </ol>
Схемы соединения обмоток																																																														
ВН				СН				НН																																																						
0	A	B	C	$C_m$	$B_m$	$A_m$	$0_m$	c	b	a																																																				
x y z				z <sub>m</sub> y <sub>m</sub> x <sub>m</sub>				z y x																																																						
16.	Укажите группу трансформатора, схемы соединения обмоток которого показаны на рисунке. <table border="1" data-bbox="248 1570 671 1760" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th colspan="4">ВН</th> <th colspan="4">СН</th> <th colspan="4">НН</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td> <td><math>C_m</math></td><td><math>B_m</math></td><td><math>A_m</math></td><td><math>0_m</math></td> <td>c</td><td>b</td><td>a</td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td colspan="4"></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">x y z</td> <td colspan="4">z<sub>m</sub> y<sub>m</sub> x<sub>m</sub></td> <td colspan="4">z y x</td> </tr> </tbody> </table>	ВН				СН				НН				0	A	B	C	$C_m$	$B_m$	$A_m$	$0_m$	c	b	a														x y z				z <sub>m</sub> y <sub>m</sub> x <sub>m</sub>				z y x				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>Y_H/Y_H/\Delta-0-0</math>.</li> <li>2. <math>Y_H/\Delta/\Delta-0-11</math>.</li> <li>3. <math>Y/Y/\Delta-0-11</math>.</li> <li>4. <math>Y_H/\Delta/\Delta-11-11</math>.</li> </ol>												
ВН				СН				НН																																																						
0	A	B	C	$C_m$	$B_m$	$A_m$	$0_m$	c	b	a																																																				
x y z				z <sub>m</sub> y <sub>m</sub> x <sub>m</sub>				z y x																																																						
17.	Укажите группу трансформатора, схемы соединения обмоток которого показаны	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>Y_H/Y_H/\Delta-0-0</math>.</li> <li>2. <math>Y_H/Y_H-0-0</math>.</li> <li>3. <math>Y/Y_H-0</math>.</li> <li>4. <math>Y/Y_H-11</math>.</li> </ol>																																																												





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

### **7.1. Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1. Основная литература**

1. Введение в математическое моделирование: учебное пособие / под ред. П.В. Трусова. - Москва: Логос, 2004. - 439 с. - ISBN 5-94010-272-7; То же [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84691>.

#### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. - 3-е изд., стереотип. - Москва: Флинта, 2016. - 271 с.: схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9765-1278-8. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344>

2. Лыкин, А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов: учебное пособие / А.В. Лыкин. - 3-е изд. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - 227 с. - ISBN 978-5-7782-2262-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228767>

#### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

Математические модели и расчет электромеханических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б. Н. Абрамович, П. М. Каменев, Ю. А. Сычев. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 95 с. - Б. ц

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

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс].- [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).
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/>  
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

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

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лабораторные работы выполняются в компьютерных классах кафедры, оснащенных следующим оборудованием.

Аудитория 7124. 12 посадочных мест. Блок системный RAMEC GALE AL с монитором BenQ GL2450 (тип 1) - 13 шт. (возможность подключения к сети «Интернет»), стол – 15 шт., стул – 21 шт., доска маркерная - 1 шт., принтер Xerox Phaser 4600DN - 1 шт., плакат в рамке – 10 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open, License 42620959 от 20.08.2007, Microsoft Windows 7 Professional, ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», 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).

Аудитория 6309. 14 посадочных мест

Принтер Xerox Phaser 4600DN - 1 шт., Блок системный RAMEC GALE AL с монитором BenQ GL2450 (тип 1) – 15 шт. (возможность подключения к сети «Интернет»), стол – 17 шт., стул – 27 шт., доска маркерная - 1 шт., плакат в рамке – 31 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open, License 42620959 от 20.08.2007, Microsoft Windows 7 Professional ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», 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)

## **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" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного 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: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

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 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

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., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стуля – 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 (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).