

**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**

***СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ***  
***СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
<b>Направленность (профиль):</b>	Электроприводы и системы управления электроприводов
<b>Квалификация выпускника:</b>	Магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доц. Ковальчук М.С.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Современные принципы построения систем управления электроприводом» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 147 от 28.02.2018 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Электроприводы и системы управления электроприводов».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Ковальчук М.С.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики от 30.01.2023 г., протокол № 09/03.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. С.В. Бабурин

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

- изучение типовых систем автоматического управления электроприводами современных производственных механизмов. Современный электропривод строится на базе статической преобразовательной техники, в которой используются полностью управляемые силовые полупроводниковые ключи (GTO, IGBT и т.п.), с ориентацией на микропроцессорные системы регулирования, реализующие тот или иной алгоритм управления.

### Основные задачи дисциплины:

- получение общего представления о последних разработках ведущих электротехнических фирм как отечественных, так и иностранных, в области автоматизированного электропривода;
- формирование представления о физических явлениях, протекающих в системах электроприводов как электромеханических устройствах в терминах и понятиях электромеханики с одной стороны, и абстрактного обоснования тех же явлений в адекватных математических моделях электропривода как объекта управления в терминах и понятиях теории автоматического управления с другой стороны. Подобного рода дуальность позволяет наиболее полно осознать те алгоритмы управления, которые используются в настоящее время, как в теории электропривода, так и смежных отраслях науки и техники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Современные принципы построения систем управления электроприводом» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули), основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника» и изучается во 2 семестре.

Дисциплина «Современные принципы построения систем управления электроприводом» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Моделирование и программное обеспечение систем управления», «Проблемы электромагнитной и электромеханической совместимости в электротехнических комплексах».

Особенностью дисциплины является то, что она охватывает комплекс проблем, имеющих отношение к развитию электротехнических наук и направлена на овладение методами научно-исследовательской работы и профессиональное их применение.

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

Процесс изучения дисциплины «Современные принципы построения систем управления электроприводом» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен проектировать электроприводы и системы управления электроприводов	ПКС-2	<p>ПКС-2.1. Разрабатывает и анализирует варианты решения проблемы, прогнозирует последствия принимаемых решений.</p> <p>ПКС-2.2. Находит компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности.</p> <p>ПКС-2.3. Проводит оценку технико-экономической эффективности принимаемых решений.</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 6 зачётных единицы, 216 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Лекции (Л)	9	9
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	27	27
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)	36	36
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат	12	12
Подготовка к практическим занятиям	-	-
Подготовка к лабораторным занятиям	96	96
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>36 (Э)</b>	<b>36 (Э)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>216</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>6</b>

## 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, 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, в том числе курсовая работа
Раздел 1 «Современные принципы и алгоритмы управления электроприводами»	83	5	-	8	70
Раздел 2 «Современные структуры электроприводов как замкнутых систем автоматического управления»	97	4	-	19	74
<b>ВСЕГО:</b>	<b>180</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>27</b>	<b>144</b>
Подготовка к экзамену	36				
<b>Итого:</b>	<b>216</b>				

### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. «Современные принципы и алгоритмы управления Электроприводами»	Функциональные схемы современных систем электропривода. Динамические модели механической части электропривода. Статическая и динамическая устойчивость систем электропривода. Особенности механической части привода как объекта управления в электромеханической системе. Принцип нечеткого управления электроприводами.	5
2	Раздел 2. «Современные структуры электроприводов как замкнутых систем автоматического управления»	Электроприводы как системы автоматического управления. Системы электроприводов с параллельной и с последовательной коррекцией. Синтез систем подчиненного регулирования электроприводами. Упрощенный метод синтеза систем автоматического управления электроприводами методом аналитического конструирования. Электроприводы переменного тока с системами подчиненного управления.	4
<b>Итого:</b>			<b>9</b>

### 4.2.3. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены.

### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Построение динамической модели механической части электропривода, исследование переходных процессов, протекающих в механической части электропривода	2
		Исследование динамических свойств регуляторов, входящих в состав систем управления автоматизированными электроприводами	2
		Построение и исследование компьютерной модели двухконтурного электропривода с последовательной коррекцией	2
		Построение и исследование компьютерной модели двухконтурного электропривода с параллельной коррекцией.	2
2	Раздел 2	Построение компьютерной модели электропривода с векторным управлением при ориентации системы координат по вектору потокосцепления ротора. Исследование динамических процессов, протекающих в электроприводе с векторным управлением.	2
		Исследование электромеханических процессов, протекающих в электроприводе с прямым управлением момента.	4
		Исследование регулируемого привода переменного тока с асинхронным короткозамкнутым двигателем при работе от активного выпрямителя	4
		Исследование регулируемого привода переменного тока с синхронным двигателем с постоянными магнитами.	4
		Исследование электромеханических процессов, протекающих в активном фильтре	5
<b>Итого:</b>			<b>27</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы

Примерные темы курсовых работ

№ п/п	Темы курсовых работ
1	Синтез и проведение расчета векторной системы управления электроприводом конвейерной установки;
2	Синтез и проведение расчета системы управления регулируемым синхронным электроприводом вентилятора главного проветривания
3	Синтез и проведение расчета системы с прямым управлением момента электроприводом механизма напора карьерного экскаватора

### 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.

**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 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.

**Курсовая работа** позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

## **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. Введение. Современные принципы и алгоритмы управления электроприводами.**

1. Какие двигатели используются в частотно-регулируемых электроприводах в качестве исполнительных двигателей?

2. Как в частотно-регулируемых электроприводах осуществляется управление работой двигателя?

3. Как записывается закон оптимального управления, используемый в частотно-регулируемых электроприводах?

4. Что из себя представляют динамические модели механической части электропривода?

5. Принцип нечеткого управления электроприводами.

**Раздел 2. Современные структуры электроприводов как замкнутых систем автоматического управления.**

1. Что из себя представляют электроприводы как системы автоматического управления?

2. Как проводится синтез систем подчиненного регулирования электроприводами?

3. Что такое системы электроприводов с параллельной и с последовательной коррекцией?

4. Порядок действий при синтезе систем автоматического управления электроприводами методом аналитического конструирования.

5. Что такое электроприводы переменного тока с системами подчиненного управления?

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

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

1. В чем заключается отличие естественной механической характеристики двигателя от искусственных характеристик?

2. От каких параметров механических характеристик исполнительного двигателя и производственного механизма зависит статическая устойчивость электропривода?

3. Какой зависимостью описывается механическая характеристика вентилятора

4. Магнитный поток машины с независимым возбуждением уменьшился в 2 раза. Как изменятся скорость холостого хода и скорость при номинальной нагрузке?

5. Как создается в лаборатории электрического привода механическая нагрузка на валу испытуемого двигателя ЭП?
6. Какие координаты являются выходными для блока вычисления ненаблюдаемых координат, используемого в системах управления электроприводов с прямым управлением момента?
7. Сколько секторов содержит фазовая плоскость, используемая в математической модели двигателя с прямым управлением момента?
8. Что понимают под оптимальным положением обобщающего вектора напряжения на фазовой плоскости?
9. В каком интервале может изменяться величина скольжения асинхронного двигателя, работающего в двигательном режиме?
10. Аналогичные какому приводу динамические свойства имеет электропривод на основе асинхронного двигателя с векторным управлением?
11. Для чего необходимы адаптивные системы управления электроприводом?
12. При каком режиме работы ЭП превышение температуры частей двигателя за время работы достигает установившегося значения?
13. При каком режиме работы ЭП ток двигателя циклически меняется, спадая во время минимума цикла до нуля?
14. Как определяются реактивные моменты, возникающие за счет неравномерности магнитной проводимости воздушного зазора по углу поворота ротора?
15. Какими преимуществами и недостатками обладает вентильный двигатель?
16. Как влияет понижение напряжения асинхронного двигателя при пуске на пусковой ток и пусковой момент?
17. Для трехфазного вентильного электродвигателя и мостовой схемы инвертора угол коммутации составляет?
18. Как определяется электромагнитный момент вентильного двигателя?
19. В шаговом режиме работы средний за один шаг момент определяется соотношением?
20. Какое значение угла запаздывания соответствует номинальному режиму работы синхронного электродвигателя?
21. Какое преимущество получает электропривод при увеличении тока возбуждения синхронного двигателя, работающего от сети?
22. Какая система частотного управления ТПЧ-АД может обеспечить большую жесткость характеристик и постоянную перегрузочную способность?
23. В скалярных системах частотного управления электроприводом ТПЧ-АД связь между регуляторами (каналами) частоты и напряжения в системе управления осуществляется с помощью?
24. Каким выражением определяется потокосцепления асинхронного электродвигателя при скалярном управлении?
25. Чем создается электромагнитный момент двигателя, в частотно-регулируемых электроприводах с векторным управлением?
26. Чем создается магнитный поток двигателя, сцепляющийся с обмоткой ротора, в частотно-регулируемых электроприводах с векторным управлением?
27. Что делают в целях упрощения математического аппарата, описывающего процесс электромеханического преобразования, протекающий в обобщенной электрической машине?
28. Каким основным недостатком обладает система уравнений, описывающая электромеханический процесс, протекающий в обобщенной электрической машине, записанный в системах координат?
29. Что понимают под структурной схемой электропривода?
30. С помощью чего осуществляется связь между каналами (регуляторами) частоты и напряжения преобразователя частоты?

### 6.2.2. Примерные темы рефератов

1. Интеллектуальные алгоритмы управления автоматизированным электроприводом.
  2. Применение экспертных систем для поддержки автоматизированных систем управления электроприводом.
  3. Нечеткие регуляторы в замкнутых системах управления электроприводом.
  4. Использование нейросетевых технологий в системах управления автоматизированным электроприводом.
  5. Преимущества применения многоуровневых инверторов в частотно-регулируемом электроприводе.
  6. Использование энергоэффективных технологий и алгоритмов в создании современных систем управления электроприводами.
- ...

### 6.2.3. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант №1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Аббревиатура IGBT расшифровывается следующим образом...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. однооперационных тиристоров;</li> <li>2. полевых транзисторов;</li> <li>3. симмисторов (триаков);</li> <li>4. IGBT-транзисторных модулей.</li> </ol>
2.	У современных преобразователей частоты, используемых в частотно регулируемых электроприводах с векторным управлением силовая часть схемы выполнена на основе...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Преобразователь.</li> <li>2. Датчик-преобразователь информации.</li> <li>3. Передаточное устройство.</li> <li>4. Двигательное устройство</li> </ol>
3.	Какой из перечисляемых блоков и узлов не входит в состав функциональной схемы частотнорегулируемого электропривода с векторным управлением?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Блок преобразования трехфазных физических величин в двухфазные.</li> <li>2. Блок преобразования двухфазных физических величин в трехфазные.</li> <li>3. Блок определения фазового сектора, в котором находится вектор потокосцепления статора.</li> <li>4. Регулятор скорости.</li> </ol>
4.	Электропривод на основе асинхронного двигателя с векторным управлением имеет аналогичные динамические свойства, как и...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. электропривод по схеме АВК.</li> <li>2. электропривод по схеме СПЧ-АД со скалярным управлением и обратной связью по частоте вращения.</li> <li>3. электропривод по схеме ТП-ДПТ с подчиненным регулированием.</li> <li>4. электропривод на основе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и тиристорным регулятором напряжения.</li> </ol>
5.	В математической модели асинхронного двигателя, используемой в электроприводе с векторным управлением, все величины: токи, напряжения потокосцепления и т.д. ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. совпадают по фазе.</li> <li>2. являются величинами постоянными.</li> <li>3. являются величинами синусоидально изменяющимися.</li> <li>4. имеют номинальное значение.</li> </ol>
6.	Для того чтобы реализовать режим торможения противовключением 2 рода у двигателя постоянного тока с независимым возбуждением необходимо...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отключить цепь якоря от сети и замкнуть ее на активное сопротивление.</li> <li>2. Изменить полярность напряжения, подводимого к цепи якоря.</li> <li>3. Изменить полярность напряжения, подводимого к цепи якоря, и включить в цепь якоря дополнительное сопротивление.</li> <li>4. Изменить полярность напряжения, подводимого к цепи возбуждения, и включить в цепь возбуждения дополнительное сопротивление.</li> </ol>

7.	Для реализации двухзонного регулирования частоты вращения в состав электропривода Г-Д необходимо ввести...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Регулятор частоты вращения генератора.</li> <li>2. Регулируемый возбудитель в цепи возбуждения исполнительного двигателя..</li> <li>3. Нерегулируемый возбудитель в цепи возбуждения исполнительного двигателя..</li> <li>4. Регулируемый возбудитель в цепи возбуждения генератора.</li> </ol>
8.	Экскаваторная характеристика в электроприводе по системе ТП-Д формируется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. за счет отрицательной обратной связи по току</li> <li>2. за счет нелинейной обратной связи в регуляторе скорости</li> <li>3. за счет обратной связи по напряжению двигателя</li> <li>4. воздействием на ток возбуждения.</li> </ol>
9.	В системе генератор - двигатель постоянного тока (Г-Д) изменение напряжения на якоре двигателя достигается путем:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изменения тока обмотки возбуждения двигателя</li> <li>2. изменения тока обмотки возбуждения генератора</li> <li>3. изменения напряжения гонного двигателя (ДГ)</li> <li>4. переключения полярности обмотки возбудителя</li> </ol>
10.	В системе двух зонного управления электроприводом постоянного тока регулирование частоты вращения двигателя в диапазоне от $\omega_n$ до $2\omega_n$ осуществляется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изменением момента инерции</li> <li>2. увеличением магнитного потока</li> <li>3. увеличением тока якоря</li> <li>4. ослаблением магнитного потока</li> </ol>
11.	Выражение энергетического баланса, лежащего в основе теплового расчета двигателя, имеет вид...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Delta P dt = A Q dt + C dQ</math></li> <li>2. <math>\Delta P dt = A Q dt - C dQ</math></li> <li>3. <math>\Delta P dt = C Q dt + A dQ</math></li> <li>4. <math>\Delta A dt = P Q dt + C dQ</math></li> </ol>
12.	При правильном выборе двигателя по мощности...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Температура обмоточного провода не должна превышать предельно допустимого значения.</li> <li>2. Электромагнитный момент не должен превышать допустимого значения.</li> <li>3. мощность на валу не должна превышать допустимого значения.</li> <li>4. потребляемая мощность не должна превышать допустимого значения.</li> </ol>
13.	Гибкая обратная связь в системах электропривода это обратная связь	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. по величине контролируемого параметра системы</li> <li>2. с изменяемым коэффициентом передачи</li> <li>3. по первой производной контролируемого параметра системы</li> <li>4. с апериодическим звеном первого порядка</li> </ol>
14.	Принципиальным недостатком разомкнутых систем электроприводов является:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. невозможность достижения номинальной скорости</li> <li>2. невозможность управлять напряжением</li> <li>3. невозможность обеспечения высокой точности регулирования</li> <li>4. невозможность контролировать ток двигателя</li> </ol>
15.	Адаптивные системы управления электроприводом обеспечивают оптимальное протекание процессов...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. при отключении обратных связей</li> <li>2. в условиях неопределенности или неполноты информации об условиях работы объекта</li> <li>3. при исчезновении напряжения питания</li> <li>4. в условиях пониженных нагрузок привода</li> </ol>

16.	В частотно-регулируемых электроприводах управление работой двигателя осуществляется путем изменения...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Величины напряжения, подводимого к обмоткам статора.</li> <li>2. Величины частоты напряжения, подводимого к обмоткам статора.</li> <li>3. Величин напряжения, подводимого к обмоткам статора, и частоты этого напряжения.</li> <li>4. Величины противовоздс, вводимой в цепь ротора.</li> </ol>
17.	Под динамическим падением скорости двигателя при скачкообразном увеличении статического момента нагрузки понимают...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Новое установившееся значение скорости после окончания переходного процесса.</li> <li>2. Максимальное отклонение скорости, имеющее место в переходном процессе, от первоначального установившегося значения.</li> <li>3. Максимальное отклонение скорости, имеющее место в переходном процессе, от нового установившегося значения.</li> <li>4. Разность между первоначальным и новым установившимися значениями.</li> </ol>
18.	Алгоритм прямого управления моментом (DTC) асинхронного электропривода основан на...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. табличном формировании вектора напряжения</li> <li>2. раздельном управлении моментным и намагничивающим токами</li> <li>3. включении ПИ-регуляторов в контуры токов</li> <li>4. датчике скорости, установленном на валу двигателя</li> </ol>
19.	При использовании структуры подчиненного регулирования в системах векторного управления с асинхронным двигателем все контуры управления настраиваются по условиям, близким к условиям...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. «технического оптимума»</li> <li>2. минимальной мощности</li> <li>3. минимизации потерь в стали</li> <li>4. обеспечения максимального запаса по перегрузочной способности двигателя</li> </ol>
20.	Разделение тока статора на составляющие определяющие момент и потокосцепление характерно для:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Частотно токовой системы управления электроприводом.</li> <li>2. Частотной системы управления электроприводом.</li> <li>3. Электропривода с ШИМ-инвертором.</li> <li>4. Векторной системы управления.</li> </ol>

### Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	В математической модели асинхронного двигателя, используемой в электроприводе с векторным управлением, координатную ось U вращающейся системы координат совмещают с ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вектором потокосцепления ротора.</li> <li>2. обобщающим вектором тока ротора.</li> <li>3. обобщающим вектором напряжения статора.</li> <li>4. обобщающим вектором напряжения ротора.</li> </ol>
2	В математической модели асинхронного двигателя, используемой в электроприводе с векторным управлением, процесс электромеханического преобразования записывается в системе координат...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вращающейся со скоростью ротора.</li> <li>2. вращающейся со скоростью магнитного поля.</li> <li>3. неподвижной относительно статора.</li> <li>4. неподвижной относительно ротора.</li> </ol>
3	Использование математической модели обобщенной электрической машины и метода преобразования координат позволяет при создании частотно –регулируемого электропривода...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. упростить процесс разработки и проектирования двигателя</li> <li>2. получить более высокие динамические свойства электропривода.</li> <li>3. увеличить коэффициент полезного действия электропривода.</li> <li>4. упростить принципиальную схему статического преобразователя частоты.</li> </ol>

4	В статических преобразователях частоты, используемых в электроприводах с прямым управлением момента, автономный инвертор напряжения работает...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в режиме двуполярной широтноимпульсной модуляции.</li> <li>2. в режиме однополярной широтноимпульсной модуляции.</li> <li>3. в режиме частотной модуляции.</li> <li>4. как простой коммутатор, в котором в любой момент времени включены три ключа.</li> </ol>
5	Какой из перечисленных блоков не входит в состав функциональной схемы электропривода с прямым управлением момента ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Блок преобразования фазных напряжений.</li> <li>2. Блок релейных регуляторов.</li> <li>3. Блок определения фазового сектора, в котором находится вектор потокосцепления статора.</li> <li>4. Блок определения фазового сектора, в котором находится вектор потокосцепления ротора.</li> </ol>
6	Какие методы изменения скорости двигателя постоянного тока знаете?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Путем изменения сопротивления в цепи ротора.</li> <li>2. Путем изменения магнитного потока в цепи обмотки возбуждения.</li> <li>3. Путем изменения уровня питающего напряжения.</li> <li>4. Все ответы верны.</li> </ol>
7	Какие из указанных частей не принадлежат двигателю постоянного тока?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Якорь</li> <li>2. Контактные кольца</li> <li>3. Щетки</li> <li>4. Короткозамкнутый ротор</li> </ol>
8	Механической характеристикой механизма называется	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зависимость мощности, развиваемой механизмом, от частоты вращения вала рабочего органа.</li> <li>2. Зависимость к.п.д. механизма от частоты вращения вала рабочего органа механизма.</li> <li>3. Зависимость момента сопротивления на валу рабочего органа механизма от угла поворота.</li> <li>4. Зависимость момента сопротивления от частоты вращения вала рабочего органа</li> </ol>
9	Какое выражение соответствует скоростной характеристике ДПТ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>n = u / c\Phi</math></li> <li>2. <math>n = (U / c\Phi) - (M R_{\text{я}} / (c\Phi c\Phi))</math></li> <li>3. <math>n = -(I R_{\text{я}} / (c\Phi))</math></li> <li>4. <math>n = (U - I R_{\text{я}}) / (c\Phi)</math></li> </ol>
10	Какое выражение соответствует механической характеристике ДПТ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>n = u / c\Phi</math></li> <li>2. <math>n = (U / c\Phi) - (M R_{\text{я}} / (c\Phi c\Phi))</math></li> <li>3. <math>n = -(I R_{\text{я}} / (c\Phi))</math></li> <li>4. <math>n = (U - I R_{\text{я}}) / (c\Phi)</math></li> </ol>
11	Машина привода постоянного тока, работающая в 1 квадранте характеристики	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Потребляет электрическую энергию и преобразует ее в полезную механическую</li> <li>2. Преобразует механическую энергию в электрическую и расходует ее на потери в якорной цепи</li> <li>3. Отдает электроэнергию в сеть</li> <li>4. Потребляет электрическую энергию и расходует ее на механические и магнитные потери</li> </ol>

12	Что такое номинальные величины?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наибольшие величины мощности, тока, напряжения</li> <li>2. Величины мощности, скорости вращения и т.д., данные для варианта, соответствующего номеру бригады</li> <li>3. Наиболее часто встречающиеся при эксплуатации машины мощность, скорость вращения и т.д.</li> <li>4. Величины, характеризующие режим, на который рассчитана машина заводом изготовителем</li> </ol>
13	Как создается в лаборатории электрического привода механическая нагрузка на валу испытуемого двигателя ЭП?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. При помощи вспомогательного электродвигателя, создающего момент противоположный моменту испытуемого двигателя</li> <li>2. При помощи механического тормоза</li> <li>3. При помощи вспомогательного генератора, соединенного с двигателем и замкнутого на переменное сопротивление</li> <li>4. При помощи гидравлического тормозного устройства</li> </ol>
14	Магнитный поток машины с независимым возбуждением уменьшился в 2 раза. Как изменятся скорость холостого хода и скорость при номинальной нагрузке?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скорость холостого хода и при номинальной нагрузке уменьшатся в два раза</li> <li>2. Скорость холостого хода и при номинальной нагрузке увеличатся в два раза</li> <li>3. Скорость холостого хода увеличится в два раза</li> <li>4. Скорость холостого хода уменьшится в два раза</li> </ol>
15	При каком способе регулирования частоты вращения ДПТ вниз от естественной х-ки, потери якорной цепи будут наибольшими?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. При регулировании изменением напряжения сети</li> <li>2. При регулировании изменением напряжения возбудителя</li> <li>3. При реостатном регулировании</li> <li>4. При двухзонном регулировании изменением потока возбуждения и напряжения сети</li> </ol>
16	Какой зависимостью описывается механическая характеристика вентилятора	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Линейной.</li> <li>2. Квадратичной.</li> <li>3. Кубической.</li> <li>4. Не зависит.</li> </ol>
17	От каких параметров механических характеристик исполнительного двигателя и производственного механизма зависит статическая устойчивость электропривода?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Жесткость механической характеристики.</li> <li>2. Инерция исполнительного механизма.</li> <li>3. Не зависит.</li> <li>4. Динамическая устойчивость.</li> </ol>
18	В чем заключается отличие естественной механической характеристики двигателя от искусственных характеристик?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не отличаются</li> <li>2. Построение осуществляется при номинальных параметрах сети и отсутствии добавочных резисторов</li> <li>3. Магнитный поток при номинальной частоте вращения меньше</li> <li>4. Скорость холостого хода выше</li> </ol>
19	В каком интервале может изменяться величина скольжения асинхронного двигателя, работающего в двигательном режиме?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. От 0 до 1.</li> <li>2. Не меняется.</li> <li>3. От -1 до 1.</li> <li>4. От 0 до бесконечности.</li> </ol>
20	Какое значение имеет частота вращения холостого хода асинхронного двигателя, имеющего две пары полюсов и получающего питание от сети переменного тока, частота напряжения которого равна 50 Гц?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3000.</li> <li>2. 1500.</li> <li>3. 2000.</li> <li>4. 750.</li> </ol>

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Какое выражение для определения критического параметра не требует данных о параметрах схемы замещения асинхронного двигателя?	$s_k = \pm \frac{r_2'}{x_1 + x_2'}$ 1. $s_k = s_n (\lambda \pm \sqrt{\lambda^2 - 1})$ 2. $M_k = \frac{mU_1^2}{2 \cdot \omega_1 \cdot (x_1 + x_2')^2}$ 3. $s_k = \pm \frac{r_2'}{\sqrt{r_2 + (x_1 + x_2')^2}}$ 4.
2	Под оптимальным положением обобщающего вектора напряжения на фазовой плоскости понимают такое положение, при котором...	1. Контролируемые параметры электропривода изменяются в желаемом направлении. 2. Контролируемые параметры электропривода остаются неизменными. 3. Обеспечивается максимальное значение электромагнитного момента двигателя. 4. Обеспечивается максимальное значение КПД двигателя.
3	Сколько секторов содержит фазовая плоскость, используемая в математической модели двигателя с прямым управлением момента?	1. Четыре 2. Пять 3. Шесть 4. Восемь
4	Понижение напряжения асинхронного двигателя при пуске влияет на пусковой ток и пусковой момент следующим образом:	1. Увеличиваются пусковой ток и пусковой момент. 2. Уменьшается пусковой ток и уменьшается пусковой момент. 3. Увеличивается пусковой ток и уменьшается пусковой момент. 4. Уменьшается пусковой ток и увеличивается пусковой момент.
5	Какая из перечисленных координат не является выходной координатой блока вычисления ненаблюдаемых координат, используемого в системах управления электроприводов с прямым управлением момента?	1. Электромагнитный момент двигателя 2. Амплитудное значение вектора потокосцепления ротора. 3. Амплитудное значение вектора потокосцепления статора 4. Синус угла наклона вектора потокосцепления статора к оси а .
6	Что такое электромеханическая характеристика двигателя постоянного тока?	1. Зависимость вращающего момента от частоты вращения двигателя. 2. Зависимость установившейся частоты вращения от тока 3. Зависимость тока статора от частоты вращения 4. Зависимость тока статора от напряжения
7	Машины постоянного тока с независимым возбуждением - это?	1. Электрическая цепь обмотки возбуждения является независимой от силовой цепи ротора 2. Совокупность управляющих и информационных устройств и устройств управления 3. Подвижная и неподвижная части электрической машины не связаны магнитной связью 4. Возбуждение присутствует постоянно

8	Какие методы изменения скорости двигателя постоянного тока знаете?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Путем изменения сопротивления в цепи ротора.</li> <li>2. Путем изменения магнитного потока в цепи обмотки возбуждения.</li> <li>3. Путем изменения уровня питающего напряжения.</li> <li>4. Все ответы верны.</li> </ol>
9	Какие из указанных частей не принадлежат двигателю постоянного тока?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Якорь</li> <li>2. Контактные кольца</li> <li>3. Щетки</li> <li>4. Короткозамкнутый ротор</li> </ol>
10	Механической характеристикой механизма называется	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зависимость мощности, развиваемой механизмом, от частоты вращения вала рабочего органа.</li> <li>2. Зависимость к.п.д. механизма от частоты вращения вала рабочего органа механизма.</li> <li>3. Зависимость момента сопротивления на валу рабочего органа механизма от угла поворота.</li> <li>4. Зависимость момента сопротивления от частоты вращения вала рабочего органа</li> </ol>
11	Какое выражение соответствует скоростной характеристике ДПТ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>n = u / c\Phi</math></li> <li>2. <math>n = (U / c\Phi) - (M R_{\text{я}} / (c\Phi c\Phi))</math></li> <li>3. <math>n = -(I R_{\text{я}} / (c\Phi))</math></li> <li>4. <math>n = (U - I R_{\text{я}}) / (c\Phi)</math></li> </ol>
12	Какое выражение соответствует механической характеристике ДПТ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>n = u / c\Phi</math></li> <li>2. <math>n = (U / c\Phi) - (M R_{\text{я}} / (c\Phi c\Phi))</math></li> <li>3. <math>n = -(I R_{\text{я}} / (c\Phi))</math></li> <li>4. <math>n = (U - I R_{\text{я}}) / (c\Phi)</math></li> </ol>
13	Машина привода постоянного тока, работающая в 1 квадранте характеристики	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Потребляет электрическую энергию и преобразует ее в полезную механическую</li> <li>2. Преобразует механическую энергию в электрическую и расходует ее на потери в якорной цепи</li> <li>3. Отдает электроэнергию в сеть</li> <li>4. Потребляет электрическую энергию и расходует ее на механические и магнитные потери</li> </ol>
14	Что такое номинальные величины?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наибольшие величины мощности, тока, напряжения</li> <li>2. Величины мощности, скорости вращения и т.д., данные для варианта, соответствующего номеру бригады</li> <li>3. Наиболее часто встречающиеся при эксплуатации машины мощность, скорость вращения и т.д.</li> <li>4. Величины, характеризующие режим, на который рассчитана машина заводом изготовителем</li> </ol>
15	Как создается в лаборатории электрического привода механическая нагрузка на валу испытуемого двигателя ЭП?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. При помощи вспомогательного электродвигателя, создающего момент противоположный моменту испытуемого двигателя</li> <li>2. При помощи механического тормоза</li> <li>3. При помощи вспомогательного генератора, соединенного с двигателем и замкнутого на переменное сопротивление</li> <li>4. При помощи гидравлического тормозного устройства</li> </ol>

16	Магнитный поток машины с независимым возбуждением уменьшился в 2 раза. Как изменятся скорость холостого хода и скорость при номинальной нагрузке?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скорость холостого хода и при номинальной нагрузке уменьшатся в два раза</li> <li>2. Скорость холостого хода и при номинальной нагрузке увеличатся в два раза</li> <li>3. Скорость холостого хода увеличится в два раза</li> <li>4. Скорость холостого хода уменьшится в два раза</li> </ol>
17	При каком способе регулирования частоты вращения ДПТ вниз от естественной х-ки, потери якорной цепи будут наибольшими?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. При регулировании изменением напряжения сети</li> <li>2. При регулировании изменением напряжения возбuditеля</li> <li>3. При реостатном регулировании</li> <li>4. При двухзонном регулировании изменением потока возбуждения и напряжения сети</li> </ol>
18	Какой зависимостью описывается механическая характеристика вентилятора	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Линейной.</li> <li>2. Квадратичной.</li> <li>3. Кубической.</li> <li>4. Не зависит.</li> </ol>
19	От каких параметров механических характеристик исполнительного двигателя и производственного механизма зависит статическая устойчивость электропривода?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Жесткость механической характеристики.</li> <li>2. Инерция исполнительного механизма.</li> <li>3. Не зависит.</li> <li>4. Динамическая устойчивость.</li> </ol>
20	В чем заключается отличие естественной механической характеристики двигателя от искусственных характеристик?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не отличаются</li> <li>2. Построение осуществляется при номинальных параметрах сети и отсутствии добавочных резисторов</li> <li>3. Магнитный поток при номинальной частоте вращения меньше</li> <li>4. Скорость холостого хода выше</li> </ol>

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

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

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, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные 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
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

#### 6.3.2. 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.

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
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. Дементьев Ю.Н., Завьялов В.М., Кояин Н.В., Удут Л.С. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод типовых производственных механизмов: учебное пособие. Томский политехнический университет, 2017г., 404с.

<https://e.lanbook.com/book/106737>

2. Васильев Б. Ю. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства: учебник. Издательство "Лань", 2020г., 144с.

<https://e.lanbook.com/book/139295>

3. Ляхомский А.В., Фащиленко В.Н. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Часть 1. Автоматизированный электропривод механизмов циклического действия: Издательство "Горная книга", 2014г., 477с.

<https://e.lanbook.com/book/101650>

4. Атаманов В.Н., Мелиоранская Т.В., Ролдугин Л.В. Исследование асинхронного электропривода при частотном регулировании. Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2006г., 16с.

<https://e.lanbook.com/book/52320>

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

1. Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер А.С. Теория автоматизированного электропривода. - М.: Энергия, 1979.

2. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В.А. Елисеева и А.В. Шинянского. - М.: Энергоатомиздат, 1983.

3. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. - JL: Энергоиздат, 1982.

4. Рудаков В.В., Столяров И.М., Дартау В.А. Асинхронные электроприводы с векторным управлением. - JL: Энергоатомиздат, 1987.

5. Ключев В.И. Теория электропривода. - М.: Энергоатомиздат, 1985.

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

1. Математическое моделирование и расчет электромеханических систем: Конспект лекций / М.С. Ковальчук, Ю.Л. Жуковский; СПб. Лема, 2018. - 120 с.

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

1. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»  
<https://e.lanbook.com/books>
2. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):  
<http://elibrary.rsl.ru/>
3. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
5. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
6. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
7. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
8. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
9. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
10. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
11. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»».  
<http://rucont.ru/>
12. 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.

Лаборатории кафедры Э и ЭМ оснащены необходимым оборудованием и компьютерной техникой, необходимой для проведения занятий по дисциплине.

#### **Аудитория для проведения лекционных занятий.**

Оснащенность помещения: 30 посадочных мест, стол – 16 шт., стул – 32 шт., доска маркерная - 1 шт.

#### **Аудитория для проведения лабораторных занятий.**

Оснащенность помещения: 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, Microsoft Office 2010 Standard, 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, 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, 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, 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 колесах – 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.
2. Microsoft Office 2007 Standard.
3. Microsoft Office 2010 Professional Plus.
4. Statistica for Windows.
5. LabView Professional.
6. MathCad Education.