

**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**  
**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И РАСЧЁТ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ**  
**СИСТЕМ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
<b>Направленность (профиль):</b>	Электропривод и автоматика
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доц. Ковальчук М.С.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Математические модели и расчёт электромеханических систем» разработана:**

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

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

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

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

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

**Рабочая программа согласована:**

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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

- формирование у студентов базовых знаний в области теории и практики создания математических моделей и расчета систем управления технологических комплексов промышленного производства.

### Основные задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ математического моделирования, методов построения математических моделей, методов оценки адекватности и границ применимости математических моделей, методов расчета систем автоматического управления электроприводами;
- овладение методами математического описания электромеханических процессов;
- формирование:
  - представлений о современных технологиях математического моделирования и системах управления электроприводами, в том числе с использованием интеллектуальных подходов;
  - навыков проведения имитационного моделирования с применением специализированных пакетов прикладных программ;
  - навыков применения математических моделей для решения практических задач по разработке систем управления электроприводами;
  - мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области математического моделирования и разработки систем управления электроприводами в составе технологических комплексов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математические модели и расчёт электромеханических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» и изучается в 7 и 8 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Математические модели и расчёт электромеханических систем» являются «Электрические машины», «Электрический привод», «Теория автоматического управления».

Дисциплина «Математические модели и расчёт электромеханических систем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Теория электропривода», «Системы управления электроприводов».

Особенностью дисциплины является то, что она обобщает знания, полученные студентами направления подготовки «Электропривод и автоматика» и является основой для написания выпускной квалификационной работы.

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

Процесс изучения дисциплины «Математические модели и расчёт электромеханических систем» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен участвовать в проектировании систем автоматизированного электропривода	ПКС-1	ПКС-1.1. Умеет выполнять анализ технического задания, сбор и анализ данных для проектирования систем автоматизированного электропривода.

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен участвовать в проектировании автоматизированных системы управления	ПКС-2	ПКС 2.7 Владеет методами расчёта и моделирования автоматических систем управления технологическими процессами
Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения	ПКС-3	ПКС-3.6. Умеет выполнять расчеты для разработки разделов проекта системы электроснабжения

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		7	8
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	
Лекции (Л)	17	17	-
Практические занятия (ПЗ)	17	17	-
Лабораторные работы (ЛР)	34	34	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>148</b>	<b>112</b>	<b>36</b>
Подготовка к лекциям			
Подготовка к лабораторным работам	58	58	
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	24	24	
Выполнение курсовой работы / проекта	20		20
Расчетно-графическая работа (РГР)			
Реферат			
Домашнее задание			
Подготовка к контрольной работе			
Подготовка к коллоквиуму			
Аналитический информационный поиск	8		8
Работа в библиотеке	8		8
Подготовка к зачету / дифф. зачету	30	30	
<b>Промежуточная аттестация – дифф. зачёт (ДЗ) / курсовая работа (КР)</b>	<b>ДЗ, КР</b>	<b>ДЗ</b>	<b>КР</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>			
	<b>ак. час.</b>	<b>216</b>	<b>180</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>6</b>	<b>5</b>
			<b>36</b>
			<b>1</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

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

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа
Раздел 1 «Методы моделирования электромеханических систем»		4	4	4	30
Раздел 2 «Переходные процессы в электромеханических системах»		11	11	26	62
Раздел 3 «Моделирование цифровых электромеханических систем»		2	2	4	20
Курсовая работа					36
<b>Итого:</b>	<b>216</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>148</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Методы моделирования электромеханических систем	Математическое описание типовых динамических звеньев. Переходные процессы в динамических звеньях. Передаточные функции и способы их преобразования. Описание типовых нелинейных звеньев в электромеханических преобразователях. Правила составления блок-схемы математической модели по известным передаточным функциям отдельных элементов.	4
2	Переходные процессы в электромеханических системах	Расчет переходных процессов в магнитно-связанных контурах. Расчет переходных процессов в электромагнитных механизмах. Расчет переходных процессов в двигателе постоянного тока. Моделирование асинхронного частотно-регулируемого электропривода со скалярной системой управления. Моделирование асинхронного электропривода с векторной системой управления и системой управления с DTC. Моделирование синхронного электропривода с электромагнитным возбуждением с векторной системой управления. Моделирование синхронного электропривода с возбуждением от постоянных магнитов с векторной системой управления	11
3	Моделирование цифровых электромеханических систем	Описание динамических систем с помощью дискретного z-преобразования. Алгоритм получения z преобразования по известной передаточной функции непрерывного объекта. Передаточные функции цифровых регуляторов с фиксирующим устройством первого порядка.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Реализация цифровых корректирующих устройств и фильтров.	
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Расчет механической части электропривода.	4
2	Раздел 2	Составление блок-схемы для моделирования привода постоянного тока	2
		Расчет параметров привода постоянного тока с упругой связью	2
		Расчет параметров схемы замещения асинхронного двигателя	2
		Расчет параметров системы управления приводом переменного тока	3
		Расчет параметров цифрового фильтра	2
3	Раздел 3	Составление программы для реализации цифровой передаточной функции	2
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Ознакомление с системой имитационного моделирования MATLAB-SIMULINK	2
		Исследование переходных процессов в механических звеньях.	2
2	Раздел 2	Настройка и исследование регуляторов в замкнутых динамических системах.	2
		Настройка и исследование электропривода постоянного тока в замкнутых системах ТП-Д.	2
		Исследование привода постоянного тока с использованием библиотеки SimPowerSystems	4
		Исследование автономного инвертора напряжения с ШИМ	4
		Исследование асинхронного электропривода с частотным управлением.	4
		Исследование регулируемого асинхронного привода с векторным управлением и ШИМ инвертором.	4
		Определение допустимого времени квантования в цифровом фильтре.	2
		Цифровой регулятор в контуре напряжения электропривода по схеме ТВ-Г-Д.	4
3	Раздел 3	Расчет и моделирование цифрового фильтра	4
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы

№ п/п	Темы курсовых работ
1	Математическое моделирование системы автоматизированного электропривода подъема экскаватора.
2	Математическое моделирование системы автоматизированного электропривода турбонагнетателя.
3	Математическое моделирование системы автоматизированного электропривода бурового станка.
4	Математическое моделирование системы автоматизированного электропривода тягового электропривода автосамосвала.
5	Математическое моделирование системы автоматизированного электропривода лебедки якорного позиционирования плавучей буровой платформы и т.д.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

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

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

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

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

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

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

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

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

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

**Курсовое проектирование** формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

### 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. Методы моделирования электромеханических систем.

1. Как сформулированы законы электромеханики?

2. Что такое передаточная функция?
3. Какие основные правила преобразования передаточных функций?
4. Какие основные передаточные функции типовых динамических звеньев Вы знаете?
5. Какой вид имеют переходные характеристики типовых динамических звеньев?

### **Раздел 2. Переходные процессы в электромеханических системах.**

1. Как выглядит схема модели электродвигателя постоянного тока с параллельным и независимым возбуждением?
2. Как выглядит схема модели электродвигателя постоянного тока с последовательным возбуждением?
3. Как настраиваются контуры подчиненного регулирования следящего электропривода постоянного тока?
4. В чем особенность моделирования механической системы электропривода с упругими связями?
5. Что такое обобщающий вектор в машинах переменного тока?

### **Раздел 3. Моделирование цифровых электромеханических систем.**

1. Какие особенности имеют цифровые системы управления?
2. Что такое фиксирующее устройство?
3. Для чего нужно z-преобразование?
4. Как найти z-преобразование непрерывной системы?
5. Какое условие реализуемости цифрового фильтра?

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

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

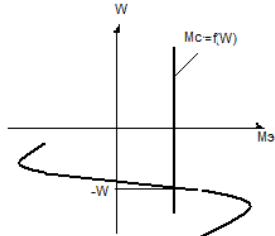
1. Как сформулированы законы электромеханики?
2. Что такое передаточная функция?
3. Какие основные правила преобразования передаточных функций?
4. Какие основные передаточные функции типовых динамических звеньев Вы знаете?
5. Какой вид имеют переходные характеристики типовых динамических звеньев?
6. Какие типовые нелинейные звенья характерны для электромеханических преобразователей?
7. В чем особенности моделирования на аналоговых вычислительных машинах?
8. В чем особенности моделирования на цифровых вычислительных машинах?
9. Какие основные численные методы решения систем дифференциальных уравнений применяются в цифровых вычислительных машинах?
10. В чем заключаются особенности моделирования динамических систем в ППП Matlab – Simulink?
11. Как составить модель для ППП Matlab – Simulink по известной системе дифференциальных уравнений?
12. Как составить модель для ППП Matlab – Simulink по известной структурной схеме электромеханического преобразователя?
13. Как составить модель взаимосвязанных магнитных контуров?
14. Какое усилие электромагнита больше статическое или динамическое?
15. Как выглядит схема модели электродвигателя постоянного тока с параллельным и независимым возбуждением?
16. Как выглядит схема модели электродвигателя постоянного тока с последовательным возбуждением?
17. Как настраиваются контуры подчиненного регулирования следящего электропривода постоянного тока?
18. В чем особенность моделирования механической системы электропривода с упругими связями?



19. Что такое обобщающий вектор в машинах переменного тока?
20. Для чего вводят понятие обобщающего вектора?
21. Как влияет система координат на уравнения асинхронного двигателя?
22. Для описания каких электрических цепей служат уравнения Парка-Горева?
23. Как моделируется синхронный двигатель с электромагнитным возбуждением?
24. Какова силовая схема автономного инвертора напряжения?
25. Как формируется ШИМ в автономном инверторе напряжения?
26. Как выглядят законы скалярного управления асинхронным двигателем?
27. Как строится модель векторной системы управления?
28. Какие особенности имеют цифровые системы управления?
29. Что такое фиксирующее устройство?
30. Для чего нужно z-преобразование?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифференциальному зачету

Вариант №1.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	В чём преимущество систем прямого управления моментом (DTC) по сравнению с векторным?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможность бездатчикового управления</li> <li>2. Отсутствие необходимости в преобразователях координат</li> <li>3. Возможность регулирования скорости в четырёх квадрантах</li> <li>4. Возможность реализации рекуперативного торможения</li> </ol>
2.	В чём преимущество векторных алгоритмов управления электроприводов переменного тока перед скалярными?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Большее быстродействие и точность</li> <li>2. Возможность бездатчикового управления</li> <li>3. Более простой алгоритм управления</li> <li>4. Возможность регулирования скорости в четырёх квадрантах</li> </ol>
3.	<p>Как называется режим, в котором работает асинхронный двигатель, опуская груз с постоянной скоростью <math>-W</math>, если судить по его механической характеристике, приведенной на рисунке</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Режим рекуперативного торможения</li> <li>2. Режим динамического торможения</li> <li>3. Режим торможения противовключением 1 рода</li> <li>4. Режим торможения противовключением 2 рода</li> </ol>
4.	Динамическое торможение асинхронного двигателя осуществляется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отключением цепи статора от сети.</li> <li>2. Отключением от сети двигателя и подачей постоянного напряжения в цепь статора.</li> <li>3. Снижением частоты напряжения, подводимого к цепи статора.</li> <li>4. Увеличением частоты напряжения,</li> </ol>

		подводимого к цепи статора.
5.	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 противоэдс, вводимой в цепь ротора.</li> </ol>
6.	Закон оптимального управления, используемый в частотно-регулируемых электроприводах, носит имя...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Академика Костенко.</li> <li>2. Парка и Горева.</li> <li>3. Клосса.</li> <li>4. Доливо-Добровольского.</li> </ol>
7.	Закон управления, используемый в частотно-регулируемых электроприводах, называется оптимальным, потому, что он...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Позволяет осуществить широкий диапазон плавного регулирования.</li> <li>2. Обеспечивает максимально возможную линейность механических характеристик.</li> <li>3. Обеспечивает максимальное быстродействие.</li> <li>4. Обеспечивает постоянство КПД и коэффициента мощности во всем диапазоне регулирования.</li> </ol>
8.	Закон Костенко, используемый в частотно-регулируемых электроприводах, имеет следующую математическую запись...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{U_1}{f_1} = \frac{f_2}{U_2}</math></li> <li>2. <math>\frac{U_1}{f_1} = \frac{U_2}{f_2} \times \sqrt{\frac{M_{C1}}{M_{C2}}}</math></li> <li>3. <math>\frac{U_1}{f_1} = \frac{f_2}{U_2} \times \frac{M_{C1}}{M_{C2}}</math></li> <li>4. <math>\frac{U_1}{f_2} = \frac{U_2}{f_1}</math></li> </ol>
9.	Закон оптимального управления, используемый в частотно-регулируемых электроприводах, при постоянстве статического момента нагрузки имеет следующий вид ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{U}{f^2} = \text{const}</math></li> <li>2. <math>\frac{U}{f} = \text{const}</math></li> <li>3. <math>\frac{U^2}{f^2} = \text{const}</math></li> <li>4. <math>U \times f = \text{const}</math></li> </ol>
10.	Закон оптимального управления, используемый в частотно-регулируемых электроприводах, при вентиляторной зависимости статического момента нагрузки от частоты вращения имеет следующий вид ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{U}{f^2} = \text{const}</math></li> <li>2. <math>\frac{U}{f} = \text{const}</math></li> <li>3. <math>\frac{U^2}{f^2} = \text{const}</math></li> <li>4. <math>U \times f = \text{const}</math></li> </ol>
11.	Как записывается закон управления для привода с обеспечением режима постоянной мощности?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{U^2}{f} = \text{const}</math></li> </ol>

		$2. \frac{U}{f} = const$ $3. \frac{U}{f^2} = const$ $4. U \cdot f = const$
12.	Обобщенная электрическая машина содержит...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Две фазных обмотки.</li> <li>2. Три фазных обмотки.</li> <li>3. Две фазных обмотки на статоре и одну фазную обмотку на роторе.</li> <li>4. Две фазных обмотки на статоре и две фазных обмотки на роторе.</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 противоэдс, 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 но-</li> </ol>

		вым установившимися значениями.
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	2	3
1.	Какое из перечисленных устройств не входит в состав функциональной схемы электропривода?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Передаточное устройство.</li> <li>2. Преобразовательное устройство.</li> <li>3. Охлаждающее устройство.</li> <li>4. Двигательное устройство.</li> </ol>
2.	Преобразовательные устройства, входящие в состав электроприводов, предназначаются для...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Преобразования электрической энергии в механическую.</li> <li>2. Преобразования вращательного движения вала двигателя в поступательное движение рабочего органа механизма.</li> <li>3. Преобразования выходных координат электропривода в электрические сигналы.</li> <li>4. Преобразования напряжения сети в напряжение требуемых параметров, поступающее на обмотки исполнительного двигателя.</li> </ol>
3.	Плавное задание по скорости осуществляется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. задатчиком интенсивности</li> <li>2. регулятором момента</li> <li>3. заданием по потоку</li> <li>4. заданием по току</li> </ol>
4.	Вентиляторный момент сопротивления на валу двигателя в электроприводе характеризуется тем, что он изменяется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пропорционально <math>\omega^2</math></li> <li>2. по линейному закону</li> <li>3. обратно пропорционально скорости</li> <li>4. в зависимости от параметров двигателя</li> </ol>
5.	В двухмассовой системе электропривода упругий момент пропорционален:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Моменту инерции двигателя.</li> <li>2. Постоянной времени упругих колебаний.</li> <li>3. Току двигателя.</li> </ol>

		4. Жесткости упругой связи.
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.	Эксплуатационная 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 d Q</math></li> <li>2. <math>\Delta P dt = A Q dt - C d Q</math></li> <li>3. <math>\Delta P dt = C Q dt + A d Q</math></li> <li>4. <math>\Delta A dt = P Q dt + C d Q</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> </ol>

		4. потребляемая мощность не должна превышать допустимого значения.
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 противоэдс, 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> </ol>

		4. датчике скорости, установленном на валу двигателя
19.	При использовании структуры подчиненного регулирования в системах векторного управления с асинхронным двигателем все контуры управления настраиваются по условиям, близким к условиям...	1. «технического оптимума» 2. минимальной мощности 3. минимизации потерь в стали 4. обеспечения максимального запаса по перегрузочной способности двигателя
20.	Разделение тока статора на составляющие определяющие момент и потокосцепление характерно для:	1. Частотно токовой системы управления электроприводом. 2. Частотной системы управления электроприводом. 3. Электропривода с ШИМ-инвертором. 4. Векторной системы управления.

Вариант №3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Эксплуатационные характеристики электропривода с вентильным двигателем ближе всего к характеристикам электропривода...	1. С асинхронным двигателем 2. С синхронным двигателем 3. С двигателем постоянного тока 4. С вентильно-реактивным двигателем
2.	Схема управления шаговым электроприводом представляет собой...	1. Управляемый выпрямитель 2. ШИМ-преобразователь с синусоидальной модуляцией 3. Полупроводниковый преобразователь, вырабатывающий m-фазную систему импульсов напряжения несинусоидальной формы 4. Источник постоянного тока
3.	Какие из перечисляемых блоков и узлов не входят в состав функциональной схемы частотно-регулируемого электропривода с векторным управлением?	1. Блок преобразования трехфазных физических величин в двухфазные. 2. Блок преобразования двухфазных физических величин в трехфазные. 3. Блок вычисления ненаблюдаемых координат. 4. Блок определения фазового сектора, в котором находится вектор потокосцепления статора.
4.	Электропривод на основе асинхронного двигателя с векторным управлением имеет аналогичные динамические свойства, как и...	1. Электропривод по схеме АВК. 2. Электропривод по схеме СПЧ-АД со скалярным управлением и обратной связью по частоте вращения. 3. Электропривод по схеме ТП-ДПТ с подчиненным регулированием. 4. Электропривод на основе асинхронного двигателя с фазным ротором и резистивным регулятором скольжения.
5.	Чему соответствует работа во второй зоне при двухзонном регулировании	1. Регулированию скорости вверх от номинального значения.

	скорости?	<ul style="list-style-type: none"> <li>2. Регулированию скорости вниз от номинального значения.</li> <li>3. Постоянству скорости вращения.</li> <li>4. Переходу в режим торможения противовключением.</li> </ul>
6.	Как изменяется жесткость механической асинхронного двигателя при уменьшении амплитуды напряжения питания обмотки статора при неизменной его частоте?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Жесткость не зависит от амплитуды напряжения.</li> <li>2. Жесткость убывает пропорционально величине амплитуды напряжения.</li> <li>3. Жесткость возрастает пропорционально величине амплитуды напряжения.</li> <li>4. Жесткость убывает пропорционально квадрату величины амплитуды напряжения.</li> </ul>
7.	Идентификация объекта управления (регулируемого электропривода) – это...	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет параметров регуляторов</li> <li>2. Анализ переходных процессов</li> <li>3. Оценка точности системы регулирования</li> <li>4. Определение математической модели при известных входных воздействиях и выходных сигналах</li> </ul>
8.	Как называется режим торможения, используемый в частотно-регулируемых электроприводах, при котором параллельно входу автономного инвертора напряжения подключается резистор?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Режим электродинамического торможения.</li> <li>2. Режим рекуперативного торможения.</li> <li>3. Режим свободного выбега.</li> <li>4. Режим торможения противовключением</li> </ul>
9.	Для чего в цепь обмотки фазного ротора асинхронного электродвигателя включают добавочные сопротивления?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Для увеличения пусковых токов</li> <li>2. Для реверса двигателя</li> <li>3. Для увеличения жесткости механической характеристики</li> <li>4. Для уменьшения пусковых токов</li> </ul>
10.	Что необходимо сделать для того, чтобы изменить направление вращения асинхронного двигателя на противоположное?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Изменить полярность напряжений в каждой из фаз</li> <li>2. Поменять любые две фазы местами</li> <li>3. Запитать обмотки всех фаз постоянным током</li> <li>4. Изменить схему включения обмоток со звезды на треугольник</li> </ul>
11.	Какие электродвигатели отличаются наибольшей простотой конструкции и наибольшей надежностью?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Двигатели постоянного тока</li> <li>2. Синхронные двигатели с электромагнитным возбуждением</li> <li>3. Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором</li> <li>4. Асинхронные двигатели с фазным ротором</li> </ul>
12.	Что является недостатком синхронных электродвигателей?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Большое значение пускового момента</li> <li>2. Малое значение пускового момента</li> <li>3. Возможность получения отрицательного значения угла сдвига по фазе между током и напряжением</li> <li>4. Невозможность рекуперативного тор-</li> </ul>



		можения
13.	В каких пределах находится перегрузочная способность по моменту асинхронных двигателей общепромышленного исполнения?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1,8-2,5</li> <li>1-1,5</li> <li>4-8</li> <li>0,1-0,5</li> </ol>
14.	При частотном управлении электроприводом при увеличении частоты питающего напряжения, что происходит со скоростью?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скорость возрастает</li> <li>2. Скорость убывает</li> <li>3. Скорость остается неизменной</li> <li>4. Скорость изменяется по закону синуса</li> </ol>
15.	Какую передаточную функцию замкнутого контура стремятся получить при настройке на технический оптимум?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>W(p) = \frac{1}{2T_{\mu}p(T_{\mu}p + 1) + 1}</math></li> <li>2. <math>W(p) = \frac{4T_{\mu}p + 1}{2T_{\mu}p(T_{\mu}p + 1) + 1}</math></li> <li>3. <math>W_s(p) = \frac{4T_{\mu}p + 1}{(2T_{\mu}p + 1)(4T_{\mu}^2p^2 + 2T_{\mu}p + 1)}</math></li> <li>4. <math>W_s(p) = \frac{1}{(2T_{\mu}p + 1)(4T_{\mu}^2p^2 + 2T_{\mu}p + 1)}</math></li> </ol>
16.	Пуск синхронного двигателя осуществляется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В режиме асинхронного пуска при отключенном возбуждении</li> <li>2. В режиме асинхронного пуска с обмоткой возбуждения, замкнутой накоротко</li> <li>3. В режиме асинхронного пуска с обмоткой возбуждения, замкнутой на гасящее сопротивление и подачей на нее напряжения в функции времени</li> <li>4. В режиме асинхронного пуска с постоянным током возбуждения</li> </ol>
17.	Какую передаточную функцию замкнутого контура стремятся получить при настройке на симметричный оптимум?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>W(p) = \frac{1}{2T_{\mu}p(T_{\mu}p + 1) + 1}</math></li> <li>2. <math>W(p) = \frac{4T_{\mu}p + 1}{2T_{\mu}p(T_{\mu}p + 1) + 1}</math></li> <li>3. <math>W_s(p) = \frac{4T_{\mu}p + 1}{(2T_{\mu}p + 1)(4T_{\mu}^2p^2 + 2T_{\mu}p + 1)}</math></li> <li>4. <math>W_s(p) = \frac{1}{(2T_{\mu}p + 1)(4T_{\mu}^2p^2 + 2T_{\mu}p + 1)}</math></li> </ol>
18.	Чему равно перерегулирование при настройке контура на технический оптимум?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4,3%</li> <li>2. 14,3%</li> <li>3. 24%</li> <li>4. 43%</li> </ol>
19.	Мехатронный модуль движения представляет собой...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исполнительный двигатель и сетевой преобразователь</li> <li>2. Исполнительный двигатель и рабочий механизм</li> <li>3. Исполнительный двигатель, силовой преобразователь и встроенную электронную систему управления</li> <li>4. Силовой полупроводниковый преобра-</li> </ol>

		зователь с пультом управления
20.	Электроприводы с вентильно-индукторными двигателями (ВИД) имеют хорошие перспективы использования, обусловленные тем, что...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Индукторный двигатель возбуждается от постоянных магнитов</li> <li>2. Система управления электроприводом обеспечивает синусоидальную форму тока в фазах двигателя</li> <li>3. ВИД имеет гладкий ротор</li> <li>4. ВИД имеет пассивный зубчатый ротор и электронную систему управления, снижающую шумы и вибрации</li> </ol>

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

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифф. зачет)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
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, допускает некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

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

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

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

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовой проект в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовой проект с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовой проект 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 курсовой проект 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. Фролов Ю.М., Шелякин В.П. Проектирование электропривода промышленных механизмов. Издательство "Лань", 2014г., 448с. <https://e.lanbook.com/book/44766>
2. Фролов Ю.М., Шелякин В.П. Регулируемый асинхронный электропривод: учебник. Издательство "Лань", 2018г., 464с. <https://e.lanbook.com/book/102251>
3. Терехин В.Б., Дементьев Ю.Н. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: Томский политехнический университет, 2015г., 307с. <https://e.lanbook.com/book/101650>
4. Фурсов В.Б. Моделирование электропривода: учебное пособие. Издательство "Лань", 2019г., 220с. <https://e.lanbook.com/book/121467>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов: учебник для студентов высших учебных заведений – 3 изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304с.
2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для студентов высших учебных заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 272с.
3. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник для вузов - М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 576с.

#### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Управление техническими системами : учеб. пособие / О. М. Большунова. - СПб. : Горн. ун-т, 2012. - 44 с. : ил. - Библиогр.: с. 43 Электронный ресурс [http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set\\_static\\_req&ns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%D0%90%2088183%2F%D0%91%2079%2D795074<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088183%2F%D0%91%2079%2D795074<.>)

2. Управление техническими системами: учеб. пособие / О. М. Большунова. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 87 с. Электронный ресурс  
[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set\\_static\\_req&ns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%2D481759<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D481759<.>)

3. Электрический привод. Моделирование приводов с векторным управлением горного оборудования : учеб. пособие / В. В. Алексеев, А. Е. Козярук, С. В. Бабурин. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 57 с. Электронный ресурс  
[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set\\_static\\_req&ns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%D0%90%2088692%2F%D0%90%2047%2D951253<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088692%2F%D0%90%2047%2D951253<.>)

## **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, Google, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс]  
[www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
11. Термические константы веществ. Электронная база данных,  
<http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»».  
<http://rucont.ru/>
17. 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.

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий:**

*52 посадочных места*

Оснащенность: Стол аудиторный – 26 шт., стул аудиторный – 52 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт., ИБП Protection Station 800 USB DIN – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт.

*30 посадочных мест*

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

#### **Аудитории для проведения практических занятий и лабораторных работ:**

### *30 посадочных мест*

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

### *30 посадочных мест*

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

### *30 посадочных мест*

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

## **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 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012, Kaspersky antivirus 6.0.4.142

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

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

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

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

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

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (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

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (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 .

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

1. Microsoft Windows 8 Professional.

2. Microsoft Office 2007 Standard.

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