

**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**  
**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СРЕДСТВАМИ**  
**ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

<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. Поддубный Д.А.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Энергосбережение и энергоэффективность средствами электропривода» 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.;

- 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:**

- подготовка выпускника, владеющего знаниями по проблеме энергосбережения на промышленных предприятиях, способах экономии электроэнергии путем рационального построения электроприводов производственных машин и механизмов различного назначения;
- ознакомление студентов с техническими решениями по электрооборудованию, входящему в состав электроприводов, обеспечивающими высокую производительность и эффективность технологического процесса производства.

### **Основные задачи дисциплины:**

- изучение энергетических характеристик различных видов электродвигателей и их зависимостей от различных факторов; энергетических характеристик полупроводниковых преобразователей частоты и систем автоматизации электроприводов; энергетических характеристик электротехнических комплексов с электроприводами; способов и технических средств повышения энергетических характеристик электротехнических комплексов;
- овладение методами анализа энергетических показателей электроприводов; методами повышения энергетических показателей электроприводов; методами обоснования энергосберегающих мероприятий;
- формирование представлений о энергетике электропривода;
- формирование навыков разработке энергосберегающих мероприятий для электро-технических комплексов с электроприводами и навыков практического применения методов обеспечения энергоэффективности в электротехнических комплексах с электроприводами;
- способность планировать и проводить эксперименты с целью установления энергетических характеристик, обрабатывать и оформлять его результаты, оценивать погрешность и обеспечивать адекватность средств оценки и исследования.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Энергосбережение и энергоэффективность средствами электропривода» 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 «Энергосбережение и энергоэффективность средствами электропривода» являются «Электрические машины», «Электрический привод», «Силовая электроника», «Теория электропривода», «Системы управления электроприводов».

Дисциплина «Энергосбережение и энергоэффективность средствами электропривода» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Системы управления электроприводов», «Теория электропривода».

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 «Энергосбережение и энергоэффективность средствами электропривода» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен участвовать в проектировании автоматизированных систем управления.	ПКС-2	ПКС 2.1 Знает основы теории автоматического управления ПКС 2.2 Знает классификацию, назначение, основные схмотехнические решения, используемые при проектировании систем автоматике в средствах контроля, управления и защиты

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		7	8
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>78</b>	<b>34</b>	<b>44</b>
Лекции (Л)	11	-	11
Практические занятия (ПЗ)	50	17	33
Лабораторные работы (ЛР)	17	17	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>66</b>	<b>38</b>	<b>28</b>
Подготовка к лекциям	5	-	5
Подготовка к лабораторным работам	20	20	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	41	18	23
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э), зачет (З)</b>	<b>Э (36)</b>		<b>Э (36)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>			
<b>ак. час.</b>	<b>180</b>	<b>72</b>	<b>108</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</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
Раздел 1 «Энергетические характеристики»	43	3	4	16	20

приводных электродвигателей постоянного и переменного тока»					
Раздел 2. «Энергетические характеристики полупроводниковых преобразователей частоты. Электромагнитная, электромеханическая и энергетическая совместимость»	42	4	10	8	20
Раздел 3 «Методы и технические средства повышения энергетической эффективности регулируемых электроприводов переменного тока. Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий»	59	4	3	26	26
<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>50</b>	<b>66</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Энергетические характеристики приводных электродвигателей постоянного и переменного тока	Электропривод и технологические процессы. Энергетическая модель силового канала электропривода. Резервы экономии энергии и ресурсов. Принципы энергосбережения. Экономическая оценка энерго- и ресурсосбережения.	3
2	Методы и технические средства повышения энергетической эффективности регулируемых электроприводов переменного тока. Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий	Выбор двигателя и редуктора. Проверка соответствия двигателя и нагрузки. Применение энергосберегающих исполнительных двигателей. Экономия энергии за счет переключения обмоток статора «треугольник – звезда». Экономия энергии за счет ограничения длительности режима холостого хода. Энергосбережения в режимах частых пусков. Компенсация реактивной мощности.	4
3	Энергетические характеристики полупроводниковых преобразователей частоты. Электромагнитная, электромеханическая и энергетическая совместимость.	Общая характеристика регулируемых электроприводов. Частотно-регулируемый электропривод. Принципы построения преобразователей частоты. Виды преобразователей частоты. Использование активных выпрямителей. Электроприводы с тиристорными регуляторами напряжения. Регулируемые электроприводы постоянного тока. Вентильно-индукторные электроприводы.	4
<b>Итого:</b>			<b>11</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость
-------	---------	-------------------------------	--------------

			<b>в ак. часах</b>
1	Раздел 1	Расчет энергосбережения и технико-экономических показателей энергоэффективных асинхронных двигателей	4
2	Раздел 2	Расчет энергосбережения и технико-экономических показателей частотно-регулируемых электроприводов	2
3		Расчет энергосбережения и технико-экономических показателей электроприводов с рекуператорами тормозной электроэнергии	4
4		Расчет энергосбережения за счет повышения коэффициента мощности и технико-экономических показателей электроприводов с активными выпрямителями	4
5	Раздел 3	Расчет энергосбережения и технико-экономических показателей безредукторных электроприводов	3
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел</b>	<b>Тематика лабораторных работ</b>	<b>Трудоемкость в ак. часах</b>
1.	Раздел 1.	Исследование энергетических характеристик и эффективности электрических двигателей переменного тока	18
2.	Раздел 1.	Исследование энергетических характеристик и качества электромеханического преобразования в электроприводе переменного тока	6
3.	Раздел 2.	Исследование энергетических характеристик и эффективности преобразователей частоты электроприводов переменного тока	10
4.	Раздел 3.	Исследование электромеханической совместимости преобразователей частоты электроприводов с приводным электродвигателем	10
5.	Раздел 3.	Исследование энергетической совместимости электроприводов с сетью электроснабжения	6
<b>Итого:</b>			<b>50</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

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

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

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

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

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

**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.

## **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.** *Энергетические характеристики приводных электродвигателей постоянного и переменного тока.*

1. Опишите энергетическую модель канала силовой энергии электропривода.
2. Способы экономии энергии электроэнергии и энергоресурсов.
3. От чего потребление мощности асинхронного двигателя в переходных процессах не зависит?
4. Что такое коэффициент мощности электродвигателя?
5. Как улучшить параметры энергосбережения за счёт характеристик приводного электродвигателя?

**Раздел 2.** *Методы и технические средства повышения энергетической эффективности регулируемых электроприводов переменного тока. Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий.*

1. Приведите критерии выбора двигателя и редуктора.
2. Энергосбережение за счёт безредукторного электропривода.
3. Приведите способы энергосбережения при частых пусках.
4. Повышение эффективности электродвигателей за счёт конструктивных решений.
5. Энергосбережение за счёт применения устройств компенсации реактивной мощности.

**Раздел 3.** *Энергетические характеристики полупроводниковых преобразователей частоты. Электромагнитная, электромеханическая и энергетическая совместимость*

1. Принцип работы и основные характеристики частотно-регулируемых электроприводов.
2. Приведите виды преобразователей частоты и законы управления.
3. Энергосбережение за счёт использования активных выпрямителей.
4. Рекуперация электрической энергии в частотно-регулируемых электроприводах
5. Что позволят обеспечить использование в преобразователе частоты активного выпрямителя?

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

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

1. Какое устройство не входит в состав современного регулируемого электропривода?
2. С помощью какого устройства осуществляется электроснабжение и регулирования электродвигателей современных электроприводов?
3. Какую приблизительную долю электрической энергии потребляют электродвигатели?
4. Коэффициент полезного асинхронного двигателя это . . . .
5. Коэффициент нагрузки это . . . .
6. Коэффициент полезного действия регулируемого электропривода складывается из ... .
7. Коэффициент загрузки это . . . .
8. Как изменяется потокосцепление асинхронного двигателя при скалярном управлении?
9. Что происходит с энергетическими характеристиками асинхронного двигателя при регулировании частоты вращения по скалярному закону управления?
10. Постоянные потери мощности асинхронного двигателя складываются из ... .
11. Переменные потери мощности асинхронного двигателя складываются из ... .
12. Определить номинальные потери асинхронного двигателя мощностью 50 кВт, коэффициенте полезного действия 0.8 и коэффициенте мощности 0.7.
13. Определить потребляемую мощность асинхронного двигателя мощностью 100 кВт, коэффициенте полезного действия 0.7 и коэффициенте мощности 0.8.
14. Определить величину полной мощности, потребляемую электродвигателем мощностью 75 кВт (коэффициент полезного действия 0.75, коэффициент мощности 0.75).
15. Определить коэффициент полезного действия асинхронного двигателя мощностью 100 кВт при загрузке в 50%, если общие потери при такой загрузке составляют 50 кВт.
16. Найти ток, потребляемый асинхронным двигателем мощностью 50 кВт (номинальное напряжение 0.4 кВ, коэффициент полезного действия 0.9, коэффициент мощности 0.75).
17. Определить ток первичной цепи трансформатора 6/0.4 кВ мощностью 69.5 кВА при загрузке 75%.
18. Определить величину реактивной мощности, потребляемую асинхронным двигателем мощностью 250 кВт (коэффициент полезного действия 0.9, коэффициент мощности 0.8).
19. Способность электропривода функционировать в реальных условиях под воздействием электромагнитных помех, при этом, не создавая недопустимых помех для работы другого электрооборудования и окружающей среды называется ....
20. Трехфазной системы или углов сдвига фаз между основными составляющими линейных напряжений от равных значений это ....
21. Интегральной оценкой отклонения формы напряжения от синусоидальной называется...
22. Определить коэффициент мощности электропривода с асинхронным двигателем мощностью 500 кВт и коэффициентом мощности 0.8, если коэффициент первой гармонической составляющей равен 0.9?
23. Определить коэффициент напряжения обратной последовательности, если напряжение нулевой, обратной и прямой последовательностей равны 0.03 кВ, 0.01 кВ и 0.38 кВ.
24. Определить максимальную длину соединительного кабеля между преобразователем частоты и асинхронным двигателем, если длина волны составляет 30 м.
25. Для обеспечения энергетической совместимости многодвигательного электропривода с сетью электроснабжения могут использоваться...
26. Для отвода тепла, вырабатываемого в тормозных режимах, в преобразователе ча-



стоты устанавливается...

27. Для обеспечения энергетической совместимости и высокого коэффициента мощности в электроприводах большой мощности целесообразно использовать...

28. Сколько классов энергоэффективных двигателей существует в настоящее время?

29. Какой диапазон мощностей охватывают энергоэффективные двигатели?

30. Какая годовая экономия электрической энергии получить при замена двигателя мощностью 100 кВт с коэффициентом полезного действия 0.8 на двигатель мощностью 100 кВт с коэффициентом полезного действия 0.9 (при работе 1000 часов в год)?

31. Повысить коэффициент полезного действия преобразователя частоты можно за счет ....

32. За счет чего можно повысить синусоидальность выходных токов автономного инвертора?

33. Как повысить коэффициент использования автономного инвертора по напряжению?

34. При реостатном регулировании частоты вращения коэффициент полезного действия?

35. За счет чего снижается потребление энергии асинхронным электроприводом с прямым управлением моментом?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант 1:

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	По какой формуле (соответствующей механической характеристике $M(s)$ ) вычисляется величина электромагнитного момента трехфазного асинхронного двигателя?	$M = \frac{3U_1^2 \cdot r_2'}{s \cdot \omega_0 \cdot [(x_1 + x_2')^2 + (r_1 + r_2'/s)^2]}$ 1. $M = \frac{3U_1^2 \cdot r_2'}{\omega_0 \cdot [(x_1 + x_2')^2 + (r_1 + r_2')^2]}$ 2. $M = \frac{3U_1^2 \cdot r_2' \cdot n_1}{\omega_0 \cdot z_k}$ 3. $M = \frac{3U_1 \cdot E_0 \cdot \sin \theta}{\omega_0 \cdot z_k}$ 4.
2.	Искусственные механические характеристики АД, получаемые путем уменьшения только частоты линейного напряжения, характеризуются...	1. Уменьшением критического момента. 2. Увеличением критического момента. 3. Сохранением величины критического момента. 4. Увеличением критического скольжения.
3.	Переход АД в режим динамического торможения осуществляется	1. При скорости вращения ротора АД превышающей синхронную скорость ( $n_2 > n_1$ ). 2. При изменении направления вращения магнитного поля работающего АД на противоположное. 3. При отключении обмотки статора от сети. 4. При отключении обмотки статора от сети и подключении двух ее фаз к сети постоянного тока.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
4.	Скорость вращения ротора асинхронного двигателя можно определить по формуле	$n_2 = \frac{60f_1}{p}$ 1. $n_2 = \frac{60f_1}{p}(1-s)$ 2. $n_2 = \frac{60f_1}{p}s$ 3. $n_2 = \frac{60f_2}{p}(1-s)$ 4.
5.	Коэффициент статизма $\delta$ электропривода определяется выражением	1. $\omega/\omega_n$ 2. $\Delta\omega_{иск}/\omega_{ест}$ 3. $\omega_{max}/\omega_{min}$ 4. $\omega_{min}/\omega_{max}$
6.	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.
7.	Каким математическим выражением описывается закон оптимального управления, используемый в частотно-регулируемых электроприводах?	$\frac{U_1}{f_2} = \frac{U_2}{f_1}$ 1. $\frac{U_1}{f_2} = \frac{U_2}{f_1}$ . $\frac{U_1}{f_1} = \frac{f_2}{U_2} \times \frac{M_{C1}}{M_{C2}}$ 2. $\frac{U_1}{f_1} = \frac{f_2}{U_2} \times \frac{M_{C1}}{M_{C2}}$ . $\frac{U_1}{f_1} = \frac{f_2}{U_2} \times \frac{M_{C1}}{M_{C2}}$ 3. $\frac{U_1}{f_1} = \frac{U_2}{f_2} \times \sqrt{\frac{M_{C1}}{M_{C2}}}$ 4. .
8.	Постоянная времени нагрева соответствует времени, за которое электродвигатель	1. Нагреется до номинального значения температуры. 2. Нагреется до максимального значения температуры. 3. Нагрелся бы до установившегося значения температуры при отсутствии отдачи тепла в окружающую среду. 4. Нагреется до установившегося значения температуры.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
9.	Основным преимуществом скалярного управления по сравнению с другими способами регулирования частоты вращения АД заключаются	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. поддержание коэффициента полезного действия АД на номинальном уровне во всем диапазоне регулирования.</li> <li>2. поддержание коэффициента мощности АД на номинальном уровне во всем диапазоне регулирования.</li> <li>3. поддержание тока статора АД на номинальном уровне во всем диапазоне регулирования.</li> <li>4. поддержание жесткости АД на номинальном уровне во всем диапазоне регулирования.</li> </ol>
10.	Основной путь энергосбережения средствами электропривода	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор рациональных в конкретных условиях типов электропривода и способов управления, обеспечивающих минимизацию потерь в силовом канале.</li> <li>2. Подача конечному потребителю - технологической машине, необходимой в каждый момент мощности за счет управления координатами электропривода.</li> <li>3. Правильный выбор двигателя (по мощности) для конкретного технологического процесса.</li> <li>4. Применение двигателей с большим на 1-5% номинальным КПД при некотором увеличении цены двигателя, за счет увеличения массы активных материалов, их качества, а также за счет специальных приемов проектирования.</li> </ol>
11.	Скоростной характеристикой двигателя постоянного тока является:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>n = f(P_2)</math>;</li> <li>2. <math>n = f(M)</math>;</li> <li>3. <math>U = f(I)</math>;</li> <li>4. <math>I_b = f(I)</math></li> </ol>
12.	Если тормозной момент на валу асинхронного двигателя будет меньше номинального вращающий момент:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скольжение будет изменяться от 0 до 1;</li> <li>2. Скольжение будет изменяться от 1 до 0;</li> <li>3. Скольжение уменьшится до 0;</li> <li>4. Скольжение увеличится до 1</li> </ol>
13.	Какой ток компенсирует синхронный компенсатор?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Емкостной.</li> <li>2. Индуктивный.</li> <li>3. Активно-индуктивный.</li> <li>4. Активно-емкостной</li> </ol>
14.	Потери в стали – это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрические потери</li> <li>2. Магнитные потери</li> <li>3. Механические потери</li> <li>4. Таких потери не существует.</li> </ol>

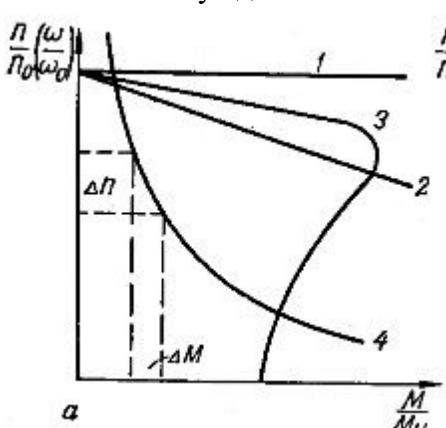
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
15.	Показатель жесткости (коэффициент крутизны %) механической характеристики электродвигателя определяется выражением... ( $\delta\omega = \Delta\omega/\omega_n$ ; $\delta M = \Delta M/M_n$ )	$1. \beta = \frac{\delta M_{\omega}}{\delta\omega} \times 100\%$ $2. \beta = \frac{\delta\omega}{\delta M_{\omega}} \times 100\%$ $3. \beta = \delta\omega \times \delta M_{\omega} \times 100\%$ $4. \beta = \frac{\omega_0 - \delta\omega}{\delta M_{\omega}} \times 100\%$
16.	Двигатели какого класса согласно стандарту Международной электротехнической комиссии обладают наибольшей энергоэффективностью?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IE1</li> <li>2. IE2</li> <li>3. IE3</li> <li>4. IE4</li> </ol>
17.	Какие энергетические параметры асинхронных двигателей нормируются в ГОСТ Р 51677-2000?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. КПД</li> <li>2. КПД и коэффициент мощности</li> <li>3. КПД и суммарные потери мощности</li> <li>4. КПД, коэффициент мощности и суммарные потери мощности.</li> </ol>
18.	Какое конструкторское решение не способствует повышению энергетических параметров асинхронных двигателей?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшается воздушный зазор между ротором и статором</li> <li>2. применяются подшипники и смазки более высокого качества</li> <li>3. уменьшаются массы активных материалов двигателя</li> <li>4. используется электротехническая сталь с улучшенными магнитными свойствами</li> </ol>
19.	Рекуператор электрической энергии представляет собой...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. полупроводниковый преобразователь на основе транзисторов или тиристоров</li> <li>2. полупроводниковый преобразователь на основе диодов.</li> <li>3. тормозной резистор с системой управления для его подключения при работе машины в генераторном режиме.</li> <li>4. Накопитель электрической энергии.</li> </ol>

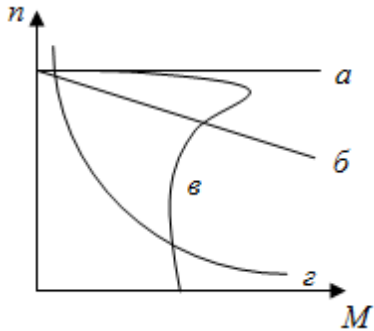
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
20.	<p>Параметры электропривода с рекуператором тормозной электроэнергии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– мощность асинхронного двигателя: <math>P_{дв} = 132</math> кВт;</li> <li>– коэффициент полезного действия двигателя: <math>\eta_{дв} = 0,85</math>;</li> <li>– коэффициент полезного действия выпрямителя преобразователя частоты: <math>\eta_v = 0,95</math>;</li> <li>– коэффициент полезного действия автономного инвертора преобразователя частоты: <math>\eta_{аи} = 0,95</math>;</li> <li>– коэффициент полезного действия рекуператора: <math>\eta_{рек} = 0,95</math>, <math>\cos \varphi = 0,91</math>.</li> </ul> <p>Средняя за цикл работы мощность – <math>P_{ср} = 100</math> кВт</p> <p>Определите среднюю мощность ЭП.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 76,7</li> <li>2. 80,75</li> <li>3. 101,2</li> <li>4. 72,8</li> </ol>

**Вариант 2:**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	<p>Каким выражением можно выразить зависимость КПД от величины нагрузки? (<math>\beta_{дв}</math> – коэффициент загрузки двигателя, <math>P_{2ном}</math> – номинальное значение мощности на валу, <math>\Delta P_{пер}</math> – переменные потери)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math display="block">\eta_{дв} = \frac{\beta_{дв} \cdot P_{2ном}}{\beta_{дв} \cdot P_{2ном} + \Delta P_{пер}}</math></li> <li>2. <math display="block">\eta_{дв} = \frac{\beta_{дв} \cdot P_{2ном}}{\beta_{дв} \cdot P_{2ном} - \Delta P_{пер}}</math></li> <li>3. <math display="block">\eta_{дв} = \frac{\beta_{дв} \cdot P_{2ном}}{P_{2ном} + \Delta P_{пер}}</math></li> <li>4. <math display="block">\eta_{дв} = \frac{\beta_{дв} \cdot P_{2ном}}{P_{2ном} - \Delta P_{пер}}</math></li> </ol>
2.	<p>Что происходит при рекуперативном торможении?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Механическая энергия рабочей машины преобразуется в электрическую и возвращается обратно в питающую сеть</li> <li>2. Механическая энергия рабочей машины преобразуется в электрическую и преобразуется в тепло выделяющееся на тормозном резисторе и в обмотках двигателя</li> <li>3. Электрическая энергия потребляемая из сети расходуется только на нагревание обмоток двигателя</li> <li>4. Электрическая энергия, потребляемая из сети, преобразуется в механическую, создавая момент, направленный встречно моменту рабочей машины</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
3.	Чем отличается электрический привод от электрической машины?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрический привод может работать с КПД 100%.</li> <li>2. Электрический привод (ЭП) позволяет не только преобразовать энергию, но и управлять механической энергией с помощью электрических сигналов.</li> <li>3. Электрический привод не может работать в генераторном режиме.</li> <li>4. В электрическом приводе может отсутствовать двигатель.</li> </ol>
4.	Какой вид имеет закон управления, используемый в частотно-регулируемых электроприводах, при постоянстве статического момента нагрузки?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{U}{f^2} = const</math></li> <li>2. <math>\frac{U}{f} = const</math></li> <li>3. <math>\frac{U^2}{f} = const</math></li> <li>4. <math>\frac{U^2}{f^2} = const</math></li> </ol>
5.	Основной энергосберегающий эффект преобразователей частоты с активным выпрямителем обусловлен:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Работой электропривода с единичным коэффициентом мощности.</li> <li>2. Работой электропривода с максимально возможным КПД.</li> <li>3. Уменьшением потерь в звене постоянного тока, поскольку отсутствует необходимость использовать фильтр для сглаживания пульсаций.</li> <li>4. Все ответы верны.</li> </ol>
6.	Управление напряжениями и токами активного выпрямителя строится на основе ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скалярных алгоритмов управления.</li> <li>2. Векторных алгоритмов управления</li> <li>3. Алгоритмов прямого управления моментом.</li> <li>4. Верны 2 и 3 ответы.</li> </ol>
7.	Какой процент потерь приходится на долю передаточных устройств в общепромышленных электроприводах?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Менее 10%</li> <li>2. 10-15%</li> <li>3. 25-30%</li> <li>4. Более 40%.</li> </ol>
8.	Безредукторная структура электропривода характеризуется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пониженным энергопотреблением;</li> <li>2. высокой металлоемкостью</li> <li>3. пониженными массогабаритными характеристиками</li> <li>4. все ответы верны</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
9.	Достоинства синхронного двигателя:	1. Меньшая чувствительность к колебаниям напряжения 2. Возможность работы с коэффициентом мощности, равным 1. 3. Простота пуска 4. Жёсткая механическая характеристика
10.	Укажите механическую характеристику двигателя постоянного тока с независимым возбуждением 	1. 1 2. 2 3. 3 4. 4
11.	По какой формуле (соответствующей механической характеристике $M(s)$ ) вычисляется величина электромагнитного момента трехфазного асинхронного двигателя?	1. $M = \frac{3U_1^2 \cdot r_2'}{s \cdot \omega_0 \cdot [(x_1 + x_2')^2 + (r_1 + r_2'/s)^2]}$ 2. $M = \frac{3U_1^2 \cdot r_2'}{\omega_0 \cdot [(x_1 + x_2')^2 + (r_1 + r_2')^2]}$ 3. $M = \frac{3U_1^2 \cdot r_2' \cdot n_1}{\omega_0 \cdot z_k}$ 4. $M = \frac{3U_1 \cdot E_0 \cdot \sin \theta}{\omega_0 \cdot z_k}$
12.	Согласно ГОСТУ Р 51677- 2000 к классу двигателей с повышенным КПД относятся...	1. специальные двигатели, КПД которых соответствует уровню, достигнутому в производстве двигателей серии АИР. 2. специальные двигатели, КПД которых не менее чем на 5 % больше двигателей той же мощности. 3. общепромышленные двигатели, суммарные потери которых не менее чем на 20 % меньше суммарных потерь мощности двигателей с нормальным КПД той же мощности и частоты вращения. 4. общепромышленные двигатели, КПД которых не менее чем на 10% больше двигателей той же мощности.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
13.	Чем синхронный двигатель отличается от асинхронного?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устройством статора;</li> <li>2. Устройством обмотки статора;</li> <li>3. Дополнительными устройствами регулирования частоты вращения;</li> <li>4. Устройством ротора</li> </ol>
14.	<p>Асинхронному двигателю принадлежит механическая характеристика...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. а</li> <li>2. в</li> <li>3. г</li> <li>4. б</li> </ol>
15.	Рабочей характеристикой двигателя является:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>n = f(P2)</math>;</li> <li>2. <math>n = f(M)</math>;</li> <li>3. <math>U = f(I)</math>;</li> <li>4. <math>I_{в} = f(I)</math></li> </ol>
16.	Какое достоинство относится к вентильно-индукторному приводу?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Хорошие регулировочные способности.</li> <li>2. Возможность работы непосредственно от сети постоянного тока.</li> <li>3. Простота и низкая стоимость машины. Большие моменты на низких скоростях.</li> <li>4. Хорошие энергетические и массогабаритные показатели.</li> </ol>
17.	Работа нерегулируемого электропривода характеризуется следующим (уберите неверный ответ):	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Малым пусковым током и, соответственно, малым пусковым моментом</li> <li>2. Тем, что мощность двигателя существенно завышается</li> <li>3. значительным влиянием уровня напряжения сети электроснабжения на работу приводного двигателя</li> <li>4. пониженным значением коэффициента мощности</li> </ol>

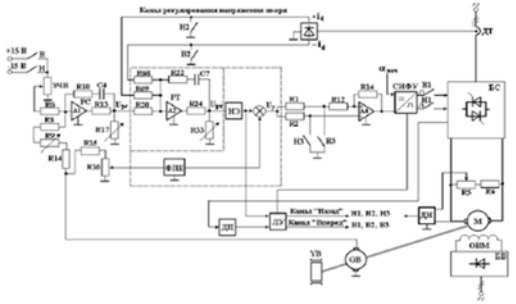


№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
18.	Согласно ГОСТУ Р 51677- 2000 к классу двигателей с повышенным КПД относятся...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. специальные двигатели, КПД которых соответствует уровню, достигнутому в производстве двигателей серии АИР.</li> <li>2. специальные двигатели, КПД которых не менее чем на 5 % больше двигателей той же мощности.</li> <li>3. общепромышленные двигатели, суммарные потери которых не менее чем на 20 % меньше суммарных потерь мощности двигателей с нормальным КПД той же мощности и частоты вращения.</li> <li>4. общепромышленные двигатели, КПД которых не менее чем на 10% больше двигателей той же мощности.</li> </ol>
19.	В каких единицах измеряется момент инерции?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>H \cdot м</math></li> <li>2. <math>H \cdot м^2</math></li> <li>3. <math>кг \cdot м^2</math></li> <li>4. <math>\frac{кг}{м^2}</math></li> </ol>
20.	Для чего предназначен электромагнитный пускатель?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для защитного отключения двигателя при коротком замыкании</li> <li>2. Для включения и отключения двигателя, а также для выполнения функций защиты</li> <li>3. Для регулирования магнитного потока</li> <li>4. Для защиты обслуживающего персонала</li> </ol>

**Вариант 3:**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	По какой формул определяют требуемую мощность преобразователя частоты?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>P_{нч} = (1,2 - 1,3)P_{дв} \cdot \eta_{дв}</math></li> <li>2. <math>P_{нч} = (1,2 - 1,3)\frac{P_{дв}}{\eta_{дв}}</math></li> <li>3. <math>P_{нч} = (2 - 3)\frac{P_{дв}}{\eta_{дв}}</math></li> <li>4. <math>P_{нч} = (10 - 15)\frac{P_{дв}}{\eta_{дв}}</math></li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
2.	По какой формуле моменты инерции приводятся к валу двигателя?	$1. J_{np} = J_{\delta} - \sum_{k=1}^n \frac{J_k}{i_k^2}$ $2. J_{np} = J_{\delta} + \sum_{k=1}^n \frac{J_k}{i_k^2}$ $3. J_{np} = J_{\delta} + \sum_{k=1}^n \frac{J_k}{i_k}$ $4. J_{np} = J_{\delta} - \sum_{k=1}^n \frac{J_k}{i_k}$
3.	Нагрузочной диаграммой не является зависимость	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Напряжения от времени.</li> <li>2. Моменты от времени.</li> <li>3. Мощности от времени.</li> <li>4. Тока от времени.</li> </ol>
4.	По какой формуле момент сопротивления приводится к валу двигателя?	$1. M_{cm,np} = \frac{M_{cm} \cdot \eta}{i}$ $2. M_{cm,np} = \frac{M_{cm} \cdot \eta}{i^2}$ $3. M_{cm,np} = \frac{M_{cm}}{i \cdot \eta}$ $4. M_{cm,np} = \frac{M_{cm}}{i^2 \cdot \eta}$
5.	Чему равна жёсткость механической характеристики электродвигателя?	$1. \beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega}$ $2. \beta = \frac{\Delta \omega}{\Delta M}$ $3. \beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega^2}$ $4. \beta = \frac{\Delta M^2}{\Delta \omega}$
6.	Если частота вращения вала асинхронного двигателя будет равна частоте вращения вращающегося магнитного поля, то:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скольжение будет изменяться от 0 до 1;</li> <li>2. Скольжение будет изменяться от 1 до 0;</li> <li>3. Скольжение уменьшится до 0;</li> <li>4. Скольжение увеличится до 1</li> </ol>
7.	В каких единицах измеряется вращающий момент?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>H \cdot m</math></li> <li>2. <math>H \cdot m^2</math></li> <li>3. <math>kg \cdot m^2</math></li> <li>4. <math>\frac{kg}{m^2}</math></li> </ol>
8.	Какое дополнительное устройство необходимо для реализации режима рекуперативного торможения в преобразователе частоты?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Никакого</li> <li>2. Тормозной резистор</li> <li>3. Активный выпрямитель</li> <li>4. Реверсивный контактор</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
9.	<p>Какая схема электропривода представлена на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структурная</li> <li>2. Функциональная</li> <li>3. Принципиальная</li> <li>4. Монтажная</li> </ol>
10.	<p>Повышение тока возбуждения синхронного двигателя при постоянном моменте сопротивления приводит к тому, что...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Момент и мощность двигателя будут уменьшаться.</li> <li>2. Момент двигателя уменьшится, а мощность будет увеличиваться.</li> <li>3. Момент двигателя будет увеличиваться, а мощность уменьшаться.</li> <li>4. Момент и мощность останутся неизменными.</li> </ol>
11.	<p>Чем отличается электрический привод от электрической машины?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрический привод может работать с КПД 100%.</li> <li>2. Электрический привод (ЭП) позволяет не только преобразовать энергию, но и управлять механической энергией с помощью электрических сигналов.</li> <li>3. Электрический привод не может работать в генераторном режиме.</li> <li>4. В электрическом приводе может отсутствовать двигатель.</li> </ol>
12.	<p>Как выглядит основное уравнение движения электропривода?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>J \frac{d}{dt} \omega = M - M_{cm}</math></li> <li>2. <math>J^2 \frac{d}{dt} \omega = M - M_{cm}</math></li> <li>3. <math>J^2 \frac{d}{dt} \omega = M + M_{cm}</math></li> <li>4. <math>\frac{d}{dt} \omega = M + M_{cm} + J</math></li> </ol>
13.	<p>Какой ток компенсирует синхронный компенсатор?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Емкостной.</li> <li>2. Индуктивный.</li> <li>3. Активно-индуктивный.</li> <li>4. Активно-емкостной</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
14.	В чём преимущество многоуровневых инверторов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможность применения транзисторов или тиристоров рассчитанных на меньшее напряжение и лучшая форма выходного тока</li> <li>2. Возможность реализации на незапираемых тиристорах</li> <li>3. Более высокая надёжность и быстродействие</li> <li>4. Более простая система управления</li> </ol>
15.	Показатель жесткости (коэффициент крутизны %) механической характеристики электродвигателя определяется выражением... ( $\delta\omega = \Delta\omega/\omega_n$ ; $\delta M = \Delta M/M_n$ )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\beta = \frac{\delta M_{\text{э}}}{\delta\omega} \times 100\%</math></li> <li>2. <math>\beta = \frac{\delta\omega}{\delta M_{\text{э}}} \times 100\%</math></li> <li>3. <math>\beta = \delta\omega \times \delta M_{\text{э}} \times 100\%</math></li> <li>4. <math>\beta = \frac{\omega_0 - \delta\omega}{\delta M_{\text{э}}} \times 100\%</math></li> </ol>
16.	Двигатели какого класса согласно стандарту Международной электротехнической комиссии обладают наибольшей энергоэффективностью?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IE1</li> <li>2. IE2</li> <li>3. IE3</li> <li>4. IE4</li> </ol>
17.	Какие энергетические параметры асинхронных двигателей нормируются в ГОСТ Р 51677-2000?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. КПД</li> <li>2. КПД и коэффициент мощности</li> <li>3. КПД и суммарные потери мощности</li> <li>4. КПД, коэффициент мощности и суммарные потери мощности.</li> </ol>
18.	Чему равна синхронная скорость двигателя переменного тока имеющего 3 пары полюсов на фазу (частота питающей сети 50 Гц)?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 500 об/мин</li> <li>2. 750 об/мин</li> <li>3. 1000 об/мин</li> <li>4. 1500 об/мин</li> </ol>
19.	Для чего используют ослабление магнитного потока обмотки возбуждения?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для регулирования скорости вращения вверх от номинальной</li> <li>2. Для регулирования скорости вращения вниз от номинальной</li> <li>3. Для регулирования скорости вращения вверх и вниз от номинальной</li> <li>4. Для увеличения момента привода</li> </ol>
20.	В чем преимущество системы ТП-Д по сравнению с системой Г-Д?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Больше быстродействие, меньшие габариты и стоимость, более высокий КПД.</li> <li>2. Отсутствие влияния на питающую сеть.</li> <li>3. Возможность реализации рекуперативного режима торможения.</li> <li>4. Возможность компенсации реактивной мощности.</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

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Ванурин В.Н. Электрические машины: Издательство "Лань", 2016. – 304с  
[https://e.lanbook.com/book/72974#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/72974#book_name)

2. Елифанов, А.П. Электропривод [Электронный ресурс] : учеб. / А.П. Елифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гущинский. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 400с.  
<https://e.lanbook.com/book/3812>

3. Краснов, И.Ю. Методы и средства энергосбережения на промышленных предприятиях [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Томск : ТПУ, 2013. — 181 с.  
<https://e.lanbook.com/book/45143>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Фролов, Ю.М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин.. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 368 с. <https://e.lanbook.com/book/3185>

2. Фациленко, В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий. Учебное пособие [Электронный ресурс] :— Москва : Горная книга, 2011. — 260 с. <https://e.lanbook.com/book/1532>

3. Терехин, В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Б. Терехин, Ю.Н. Дементьев — Томск : ТПУ, 2015. — 307 с. <https://e.lanbook.com/book/82848>

### 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&bns\\_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&bns_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&bns\\_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&bns_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&bns\\_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&bns_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 «Рукоонт»». <http://rucont.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 колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7

Microsoft Office 2010 Professional Plus (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).