

**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**  
**ТЕОРИЯ 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. Ковальчук М.С.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Теория 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 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:

- обучение студентов принципам построения, аппаратной и программной реализации систем автоматизированного электропривода.

### Основные задачи дисциплины:

- овладение методами анализа, сравнения и обоснования технических решений при построении систем электроприводов;
- изучение типовых технических решений, принципов и методов построения систем автоматизированного электропривода;
- формирование навыков использования технической документации при разработке структуры электроприводов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория электропривода» относится к обязательной части 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 «Теория электропривода» являются «Электрические машины», «Электрический привод», «Силовая электроника».

Дисциплина «Теория электропривода» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Системы управления электроприводов», «Математическое моделирование электромеханических систем».

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 «Теория электропривода» 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 обосновывать выбор оптимальных технических решений на различных стадиях проекта систем автоматизированного электропривода.  ПКС-1.2. Умеет обосновывать выбор оптимальных технических решений на различных стадиях проекта систем автоматизированного электропривода.  ПКС-1.5. Умеет применять требования нормативно-правовых актов, нормативных технических и нормативных методических документов к электрическим машинам и устройству систем электроприводов

## 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>95</b>	<b>51</b>	<b>44</b>
Лекции (Л)	56	34	22
Практические занятия (ПЗ)	11	-	11
Лабораторные работы (ЛР)	28	17	11
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>49</b>	<b>12</b>	<b>37</b>
Подготовка к лекциям	8	4	4
Подготовка к лабораторным работам	23	8	15
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	6		6
Расчетно-графическая работа (РГР)	12		12
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>72</b>	<b>Э(36)</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>			
<b>ак. час.</b>	<b>216</b>	<b>99</b>	<b>117</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>6</b>	<b>2,75</b>	<b>3,25</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 «Структура преобразователя частоты»	16	10	-	4	2
Раздел 2 «Управление преобразователем частоты»	47	24	-	13	10
Раздел 3 «Проектирование автоматизированного электропривода»	81	22	11	11	37
<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>56</b>	<b>11</b>	<b>28</b>	<b>49</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Типы и структура преобразователя частоты	Непосредственные преобразователи частоты. Двухзвенные преобразователи частоты. Автономный инвертор напряжения. Автономный инвертор тока. Активный выпрямитель. Система управления активным выпрямителем. Двухуровневый инвертор. Трёхуровневый инвертор.	26

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Многоуровневые инверторы. Система предзаряда конденсаторов. Высоковольтные ПЧ. Двухтрансформаторная схема. Каскадный ПЧ.	
2	Управление преобразователем частоты	Многодвигательный электропривод. Объединение по общей шине звена постоянного тока. Широтно-импульсная модуляция. Предмодуляция. Пространственно-векторная широтно-импульсная модуляция. Система управления инвертором.	8
3	Проектирование автоматизированного электропривода	Основные узлы управления синхронными и асинхронными двигателями. Релейно-контакторные схемы управления электроприводом. Техническое задание на разработку автоматизированного электропривода. Тормозной модуль. Тормозные резисторы. Электромагнитная совместимость. Электромеханическая совместимость. Фильтры. Тормозные устройства. Передаточные устройства. Устройство плавного пуска. Управляемые электроприводы постоянного тока.	22
<b>Итого:</b>			<b>56</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 3	Нагрузочные диаграммы. Примеры расчета и построения нагрузочных диаграмм различных механизмов.	4
		Расчет величин сопротивлений резисторов, используемых для пуска асинхронных двигателей с фазным ротором.	3
		Разработка структурных схем обобщенной электрической машины в различных системах координат.	4
<b>Итого:</b>			<b>11</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Исследование автономных инверторов напряжения и тока	4
2	Раздел 2	Исследование динамических свойств регуляторов, используемых в системах управления электроприводами.	4
		Исследование электромеханических процессов, протекающих в электроприводе постоянного тока с подчиненным регулированием.	4
		Исследование электромеханических процессов, протекающих в частотно-регулируемом электроприводе переменного тока с скалярным управлением.	5
3	Раздел 3	Исследование энергетических характеристик электропривода с многоинверторным преобразователем частоты и активным выпрямителем	4
		Исследование энергетической эффективности и качества электрической энергии на входе и выходе двухзвенного преобразователя частоты и эффективности использования	3

	средств ее повышения	
	Исследование энергетических характеристик высоковольтного электропривода с преобразователем частоты с трехуровневым автономным инвертором и двенадцатипульсным выпрямителем	4
<b>Итого:</b>		<b>28</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. Типы и структура преобразователя частоты.**

1. Что даёт применение активных выпрямителей?
2. В каких схемах применяется 12-пульсный выпрямитель с параллельным подключением?
3. Каким преимуществом обладает двухтрансформаторный преобразователь частоты?
4. Что необходимо использовать в высоковольтных электроприводах для инвертирования напряжения?
5. В каких преобразователях частоты используются многообмоточные трансформаторы?

**Раздел 2. Управление преобразователем частоты.**

1. Когда целесообразно объединение нескольких преобразователей частоты по общей шине звена постоянного тока?
2. В каких установках целесообразна рекуперация энергии в сеть?
3. От чего зависит выбираемая структура ПЧ?
4. За счет чего активный выпрямитель обеспечивает  $\cos\phi$  близкий к 1?
5. На каком принципе основана ШИМ?

### **Раздел 3. Проектирование автоматизированного электропривода.**

1. Какое дополнительное устройство необходимо для реализации режима динамического торможения в преобразователе частоты?
2. Для чего в электроприводе используют инкрементальные энкодеры?
3. Что является основным требованием к системе регулирования положения?
4. Что входит в состав схемы управления шаговым электроприводом?
5. Основные пути энергосбережения средствами электропривода.

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

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

1. В электроприводах подъемных механизмов для обеспечения удержания груза на нулевой скорости рекомендуется использовать...
2. Зачем рассчитывается мощность технологической установки?
3. Подбор мощности ПЧ производится по...
4. Для чего используют метод предмодуляции в ШИМ?
5. В качестве чего используются энкодеры?
6. На чем основано построение пространственно-векторной модуляции?
7. При заторможенном роторе асинхронного двигателя скольжение равно...
8. Какую функцию выполняют датчики-преобразователи, входящие в состав электропривода?
9. На отрицательный вход сумматора структурной схемы механической части электропривода поступает ...
10. Для чего используется активный выпрямитель в электроприводе?
11. Для чего используется активный фильтр в электроприводе?
12. Какой способ снижения гармоник относится к проектно-конструкторским решениям?
13. Какой способ снижения гармоник реализуется с использованием специальных устройств?
14. Какой способ снижения гармоник реализуется путем установки фильтров?
15. Какой фильтр позволяет устранить конкретную гармоническую составляющую?
16. Активный фильтр гармоник рекомендуется устанавливать при уровне гармонических составляющих...
17. Какие способы торможения реализуются в электроприводе с ПЧ?
18. В каком случае рекомендуется режим остановки на выбеге?
19. Почему при торможении необходимо использовать тормозные устройства в звене постоянного тока?
20. Чем тормозной модуль отличается от тормозного резистора?
21. В каком случае нельзя обойтись без тормозного устройства?
22. В каком режиме работает тормозной прерыватель на ПЧ большой мощности?
23. Для чего нужны блокировочные связи в схемах управления электроприводом?
24. Для чего предназначена нулевая защита в схемах управления электроприводами?
25. Что используется в схемах управления электроприводами для защиты от работы на двух фазах?
26. Автоматический выключатель с тепловым расцепителем защищает от...
27. Электромагнитная совместимость – это...
28. Автоматический выключатель с электромагнитным расцепителем защищает от...
29. Электромеханическая совместимость – это...

30. Какие устройства входят в состав функциональной схемы электропривода?

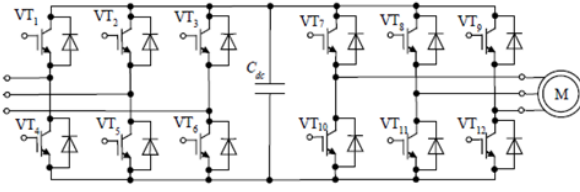
### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант №1.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1	Какое из перечисленных устройств не входит в состав функциональной схемы электропривода?	1. Передаточное устройство. 2. Преобразовательное устройство. 3. Охлаждающее устройство. 4. Двигательное устройство.
2	Преобразовательные устройства, входящие в состав электроприводов, предназначены для...	1. Преобразования электрической энергии в механическую. 2. Преобразования вращательного движения вала двигателя в поступательное движение рабочего органа механизма. 3. Преобразования выходных координат электропривода в электрические сигналы. 4. Преобразования напряжения сети в напряжение требуемых параметров, поступающее на обмотки исполнительного двигателя.
3	В качестве передаточных устройств в электроприводах используются...	1. Редукторы. 2. Тахогенераторы. 3. Электродвигатели. 4. Статические преобразователи частоты.
4	Какие виды защит не обеспечивает драйвер?	1. От перегрузки по току. 2. От понижения напряжения. 3. Ограничивают скорость напряжения. 4. От ударных нагрузок.
5	На какие системы может быть разделен преобразователь частоты при разработке электропривода для изучения взаимодействия ПЧ с сетью и двигателем?	1. «Выпрямитель – инвертор» и «Сеть – инвертор» 2. «Двигатель – тормозное устройство» и «Выпрямитель – стабилизатор» 3. «Сеть – выпрямитель» и «Инвертор – двигатель» 4. «Двигатель – выпрямитель» и «Двигатель – пускатель»
6	Для чего используется система «сеть – выпрямитель»?	1. Для исследования влияния выпрямителя на сеть. 2. Для исследования качества совместного функционирования выпрямителя и инвертора. 3. Для исследования возможности рекуперации. 4. Для исследования влияния инвертора на сеть.
7	Для чего используется система «инвертор – двигатель»?	1. Для исследования влияния инвертора на двигатель. 2. Для исследования качества совместного функционирования выпрямителя и инвертора.



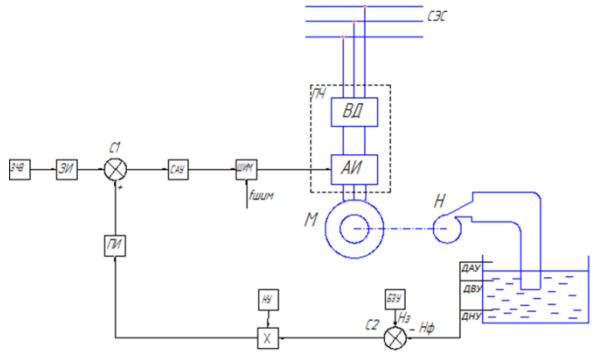
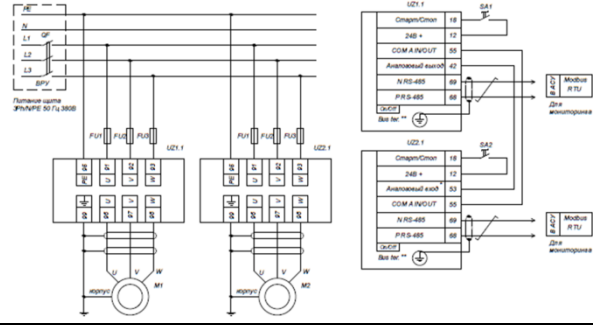
		<ul style="list-style-type: none"> <li>3. Для исследования возможности рекуперации.</li> <li>4. Для исследования влияния инвертора на сеть.</li> </ul>
8	Какое допущение принимается при моделировании преобразователя частоты?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Об идеальности сети.</li> <li>2. Об идеальности ключей</li> <li>3. Об идеальности нагрузки.</li> <li>4. Об идеальности выходного фильтра.</li> </ul>
9	Чему равно сопротивление идеального ключа в открытом состоянии?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Нулю.</li> <li>2. Бесконечности.</li> <li>3. Положительному значению.</li> <li>4. Отрицательному значению.</li> </ul>
10	Чему равно сопротивление идеального ключа в закрытом состоянии?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Отрицательному значению.</li> <li>2. Нулю.</li> <li>3. Бесконечности.</li> <li>4. Положительному значению.</li> </ul>
11	Чему равно время включения идеального ключа?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Одной секунды.</li> <li>2. Нулю.</li> <li>3. Бесконечности.</li> <li>4. Десять секундам.</li> </ul>
12	Чему равно время выключения идеального ключа?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Одной секунды.</li> <li>2. Нулю.</li> <li>3. Десять секундам.</li> <li>4. Бесконечности.</li> </ul>
13	Какая часть рассматривается для разработки системы управления активным выпрямителем?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Сеть – выпрямитель.</li> <li>2. Инвертор – двигатель.</li> <li>3. Двигатель – тормозное устройство</li> <li>4. Двигатель – механизм.</li> </ul>
14	В чем заключаются главные отличия автономных инверторов от других типов преобразователей?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. В независимом управлении.</li> <li>2. В управлении сетью.</li> <li>3. В управлении машиной.</li> <li>4. Отсутствии управления.</li> </ul>
15	Напряжение на выходе тиристорного преобразователя регулируется ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Путем широтно-импульсной модуляции выходного напряжения.</li> <li>2. Путем изменения коэффициента трансформации сетевого трансформатора.</li> <li>3. Путем изменения параметров электромагнитного фильтра.</li> <li>4. Путем изменения величины угла включения тиристоров.</li> </ul>
16	Что даёт применение активных выпрямителей?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Большую надёжность</li> <li>2. Лучшие энергетические показатели и более высокий КПД</li> <li>3. Возможность работы при активном моменте нагрузки</li> <li>4. Более высокую точность поддержания заданной скорости</li> </ul>
17	Какой из преобразователей частоты не содержит звена постоянного тока?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. НПЧ</li> <li>2. НВ+АИН с ШИМ</li> <li>3. НВ+АИН с АМ</li> <li>4. УВ+АИТ</li> </ul>

18	Какой из преобразователей частоты не содержит в своём составе выпрямителя?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. НПЧ</li> <li>2. НВ+АИН с ШИМ</li> <li>3. НВ+АИН с АМ</li> <li>4. УВ+АИТ</li> </ol>
19	На рисунке приведена схема преобразователя частоты с ...? 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Активным фильтром</li> <li>2. Трехуровневым инвертором</li> <li>3. Высоковольтными ячейками в инверторе</li> <li>4. Активным выпрямителем</li> </ol>
20	В каких схемах применяется 12-пульсный выпрямитель с параллельным подключением?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В схемах с высокими значениями выходного напряжения</li> <li>2. В схемах с высокими значениями выходного тока</li> <li>3. В схемах небольшой мощности</li> <li>4. В схемах с двухобмоточным входным трансформатором</li> </ol>

Вариант №2.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1	Взаимосвязанным электроприводом называется электрический привод...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Представляющий собой совокупность индивидуальных электроприводов, объединенных общностью функционального назначения производственной машины.</li> <li>2. В котором двигатель приводит в движение производственную машину через редуктор.</li> <li>3. В котором один двигатель приводит в движение одну производственную машину или механизм.</li> <li>4. В котором один двигатель приводит в движение несколько производственных машин или механизмов.</li> </ol>
2	Групповым электроприводом называется электропривод, в котором...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Одна производственная машина или механизм приводится в движение несколькими двигателями.</li> <li>2. Один двигатель приводит в движение одну производственную машину или механизм.</li> <li>3. Двигатель приводит в движение производственную машину через редуктор.</li> <li>4. Один двигатель приводит в движение несколько производственных машин или механизмов.</li> </ol>
3	В электроприводах с однотипными приводными механизмами одного технологического процесса целесообразно использовать ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Многоинверторный преобразователь частоты.</li> <li>2. Распределенный преобразователь частоты.</li> <li>3. Двухтрансформаторный преобразователь частоты.</li> <li>4. Общий преобразователь частоты.</li> </ol>

4	Объединение по общей шине звена постоянного тока целесообразно, если	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Двигатели работают в двигательном режиме и обмениваются энергией</li> <li>2. Двигатели работают в разных режимах и возможен переток мощности между ними</li> <li>3. Двигатели работают в генераторном режиме и обмениваются энергией</li> <li>4. Двигатели жестко связаны между собой валом</li> </ol>
5	В электроприводах ленточных конвейеров на приводном барабане используется	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Многодвигательный электропривод</li> <li>2. Индивидуальный электропривод</li> <li>3. Групповой электропривод</li> <li>4. Каскадный электропривод</li> </ol>
6	В электроприводах подъемных механизмов для обеспечения удержания груза на нулевой скорости рекомендуется использовать	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Систему скалярного управления без обратной связи</li> <li>2. Систему скалярного управления с обратной связью</li> <li>3. Систему векторного управления без обратной связи</li> <li>4. Систему векторного управления с обратной связью</li> </ol>
7	В электроприводах вентиляторов рекомендуется использовать	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разомкнутую систему скалярного управления.</li> <li>2. Замкнутую систему скалярного управления.</li> <li>3. Систему векторного управления</li> <li>4. Систему прямого управления моментом</li> </ol>
8	В электроприводах насосных систем в общем случае рекомендуется использовать	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Систему скалярного управления с обратной связью по скорости</li> <li>2. Систему скалярного управления с обратной связью по технологическому параметру</li> <li>3. Систему векторного управления</li> <li>4. Систему прямого управления моментом</li> </ol>
9	Какой раздел является лишним при написании технического задания?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Условия эксплуатации</li> <li>2. Функции системы автоматизации</li> <li>3. Функции системы технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов</li> <li>4. Виды защит электродвигателя</li> </ol>
10	В какой раздел технического задания входит указание диапазона регулирования?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технические характеристики электропривода</li> <li>2. Функции системы автоматизации</li> <li>3. Виды защит</li> <li>4. Условия эксплуатации</li> </ol>
11	В каких установках целесообразна рекуперация энергии в сеть?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В насосных установках</li> <li>2. В подъемных установках</li> <li>3. В вентиляторных установках</li> <li>4. В дробильных установках</li> </ol>
12	Зачем рассчитывается мощность технологической установки?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для подбора мощности двигателя</li> <li>2. Для подбора мощности устройства рекуперации</li> <li>3. Для подбора мощности тормозных</li> </ol>

		устройств 4. При расчете электропривода мощность технологической установки не рассчитывается
13	Изображается ли на функциональной схеме электропривода обратная связь по технологическому параметру?	1. Да 2. Нет 3. Только обратная связь по давлению 4. Только обратная связь по скорости
14	Изображенная на рисунке схема является...	1. Структурной 2. Принципиальной 3. Функциональной 4. Однолинейной
		
15	Изображенная на рисунке схема является...	1. Структурной 2. Принципиальной 3. Функциональной 4. Однолинейной
		
16	Подбор мощности ПЧ производится по	1. Мощности двигателя и $\cos \phi$ 2. Току двигателя и $\cos \phi$ 3. КПД и $\cos \phi$ двигателя 4. Мощности и току двигателя
17	В том случае, если ЭП работает в повторнократковременном режиме с частыми переходами в генераторный режим, то на входе ПЧ целесообразно устанавливать	1. Сетевой дроссель 2. Активный выпрямитель 3. Многообмоточный трансформатор 4. Гальваническую развязку
18	От чего зависит выбираемая структура ПЧ	1. От необходимости рекуперации энергии в сеть 2. От мощности двигателя 3. От напряжения питания 4. От всех перечисленных факторов
19	Пунктирной линией на функциональной схеме обозначаются	1. Электрические связи 2. Механические связи 3. Сигналы в системе управления 4. Сигналы от датчиков обратных связей
20	Какие датчики генерируют дискретные сигналы в систему управления?	1. Датчики давления 2. Концевые выключатели

	3. Датчики температуры 4. Датчики скорости
--	---

Вариант №3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Для чего служит тепловое реле?	1. Для контроля температуры двигателя 2. Для автоматического отключения привода при длительной перегрузке по току 3. Для автоматического регулирования температуры 4. Для немедленного отключения двигателя при превышении током двигателя номинального значения.
2.	Для чего предназначен электромагнитный пускатель?	1. Для защитного отключения двигателя при коротком замыкании 2. Для включения и отключения двигателя, а также для выполнения функций защиты 3. Для регулирования магнитного потока 4. Для защиты обслуживающего персонала
3.	По какой формуле определяют требуемую мощность преобразователя частоты?	1. $P_{нч} = (1,2 - 1,3) P_{дв} \cdot \eta_{дв}$ 2. $P_{нч} = (1,2 - 1,3) \frac{P_{дв}}{\eta_{дв}}$ 3. $P_{нч} = (2 - 3) \frac{P_{дв}}{\eta_{дв}}$ 4. $P_{нч} = (10 - 15) \frac{P_{дв}}{\eta_{дв}}$
4.	Какое дополнительное устройство необходимо для реализации режима динамического торможения в преобразователе частоты?	1. Никакого 2. Тормозной резистор 3. Активный выпрямитель 4. Реверсивный контактор
5.	Какое дополнительное устройство необходимо для реализации режима рекуперативного торможения в преобразователе частоты?	1. Никакого 2. Тормозной резистор 3. Активный выпрямитель 4. Реверсивный контактор
6.	Что такое «сухой» контакт?	1. Контакт, защищённый от влаги 2. Контакт, не получающий питание со стороны управляющего контроллера преобразователя частоты и гальванически изолированный от его источника питания 3. Контакт имеющий гальваническую изоляцию с помощью трансформатора 4. Контакт, оснащённый дугогасительными устройствами
7.	Какое устройство используется для защиты электрической цепи от токов короткого замыкания	1. Плавкий предохранитель 2. Электромагнитный контактор 3. Тиристорный пускатель 4. Тепловое реле
8.	Для чего в электроприводе используют	1. Для защиты от перегрузок

	инкрементальные энкодеры?	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Для измерения положения ротора</li> <li>3. Для измерения момента</li> <li>4. Для гальванической изоляции цепей</li> </ol>
9.	Для чего в электроприводе используют инкрементальные оптроны?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для защиты от перегрузок</li> <li>2. Для контроля положения ротора</li> <li>3. Для измерения момента</li> <li>4. Для гальванической изоляции цепей</li> </ol>
10.	Для чего используются УЗО?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для защиты от коротких замыканий</li> <li>2. Для защиты людей от поражения электрическим током</li> <li>3. Для автоматического повторного включения</li> <li>4. Для компенсации реактивной мощности</li> </ol>
11.	Тиристорные электроприводы с регулятором положения предназначены для...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отработки заданного положения рабочего органа механизма.</li> <li>2. Ускорения рабочего органа.</li> <li>3. Изменения значения частоты вращения рабочего органа.</li> <li>4. Ограничения предельной скорости двигателя.</li> </ol>
12.	Основным требованием к системе регулирования положения является...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая точность поддержания скорости.</li> <li>2. Ограничение максимального значения тока.</li> <li>3. Высокая точность установки в заданное положение и ограничение темпа ускорения и замедления.</li> <li>4. Отсутствие перерегулирования в контуре скорости.</li> </ol>
13.	Система цифрового управления электроприводом реализует...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналоговое управление в контуре тока и цифровое – в контуре скорости.</li> <li>2. Цифровой контур скорости и тока.</li> <li>3. Аналоговый контур скорости и цифровой контур тока.</li> <li>4. Стабилизацию напряжения.</li> </ol>
14.	Адаптивные системы управления обеспечивают оптимальное протекание процессов...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. При отключении системы управления</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 переключения алгоритмов управления</li> </ol>
15.	Участвует ли тиристорный пускатель в регулировании частоты вращения электродвигателя?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Да, в ограниченном диапазоне.</li> <li>2. Нет, не участвует.</li> <li>3. Участвует всегда.</li> <li>4. Подключается при необходимости.</li> </ol>
16.	Система регулирования позиционного электропривода по структуре подчиненного регулирования, как правило, содержит...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Два контура регулирования (тока и скорости)</li> <li>2. Три контура регулирования (тока, скорости и положения)</li> <li>3. Два контура регулирования (тока и скорости) с дополнительной коррекцией</li> </ol>

		4. Один контур регулирования (положения)
17.	Внутренние блокировки в реверсивных схемах контакторного электропривода для предотвращения одновременного включения контакторов направления движения осуществляются...	1. Использование двухцепных кнопок, которые включают один контактор и одновременно размыкают цепь другого контактора 2. Использование электрических блокировок, осуществляемых размыкающими вспомогательными контактами контакторов направления движения 3. Одновременным использованием мероприятий по п. 1 и 2 4. Использование реле времени
18.	Цифровая система управления электроприводом в сравнении с аналоговой обеспечивает...	1. Более высокое быстродействие 2. Более высокую точность при быстродействии, обусловленном дискретностью 3. Те же статические и динамические характеристики привода 4. Исключение настройки регуляторов
19.	Защита электропривода от самозапуска («нулевая защита») обеспечивает...	1. Отключение двигателя при чрезмерном снижении напряжения 2. Отключение двигателя и повторный запуск при любом положении контроллера 3. Отключение двигателя при сдвиге контроллера из нулевого положения 4. Защиту при исчезновении тока возбуждения
20.	Мехатронный модуль движения представляет собой...	1. Исполнительный двигатель и сетевой преобразователь 2. Исполнительный двигатель и рабочий механизм 3. Исполнительный двигатель, силовой преобразователь и встроенную электронную систему управления 4. Силовой полупроводниковый преобразователь с пультом управления

### 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	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«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	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

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)</b>	<b>Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)</b>	<b>Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)</b>
	вопрос		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:***

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
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. Епифанов, А.П. Электропривод [Электронный ресурс] : учеб. / А.П. Епифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гушинский. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 400с. <https://e.lanbook.com/book/3812>
3. Фащиленко, 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>
4. Фурсов В.Б. Моделирование электропривода: учебное пособие. Издательство "Лань", 2019г., 220с. <https://e.lanbook.com/book/121467>

#### **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. Электрические машины [Электронный ресурс] : учебник / А. П. Епифанов. - Москва : Лань, 2006. - 272 с. [https://e.lanbook.com/book/591#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/591#book_name)
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&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 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