

**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**

***ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ И***  
***ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ В***  
***ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ***

**Уровень высшего образования:** Магистратура

**Направление подготовки:** 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль):** Электроприводы и системы управления электроприводов

**Квалификация выпускника:** Магистр

**Форма обучения:** очная

**Составитель:** доц. М.С. Ковальчук

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Проблемы электромагнитной и электромеханической совместимости в электротехнических комплексах» разработана:**

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

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

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

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

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

**Рабочая программа согласована:**

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

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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

- подготовка специалиста, владеющего современными методами решения проблем электромагнитной и электромеханической совместимости в электротехнических комплексах;
- обучение теоретическим основам и практическим методам обеспечения электромагнитной и электромеханической совместимости в электротехнических комплексах в процессе их проектирования.

### Основные задачи дисциплины:

- формирование представлений о современных проблемах электромагнитной и электромеханической совместимости в электротехнических комплексах;
- изучение теоретических основ и современных методов обеспечения электромагнитной и электромеханической совместимости в электротехнических комплексах;
- овладение методами выполнения расчетов электромагнитной и электромеханической совместимости в электротехнических комплексах при решении задач их проектирования, а также использованием полученных знаний при организационно-управленческой деятельности;
- приобретение навыков практического применения полученных знаний; способностей для самостоятельной работы;
- развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области промышленной электроники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Проблемы электромагнитной и электромеханической совместимости в электротехнических комплексах» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули), основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника» и изучается в 3 семестре.

Данная дисциплина является основополагающей для написания и защиты магистерской диссертации.

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

Процесс изучения дисциплины «Проблемы электромагнитной и электромеханической совместимости в электротехнических комплексах» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен планировать и ставить задачи исследования, самостоятельно выполнять исследование.	ПКС-1	ПКС-1.1. Анализирует состояние и динамику показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований. ПКС-1.2. Создает математические модели объектов профессиональной деятельности. ПКС-1.3. Разрабатывает планы и программы проведения исследований;

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
		ПКС-1.4. Анализирует и синтезирует объекты профессиональной деятельности.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	54	54
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
Подготовка к практическим занятиям	18	18
Подготовка к лабораторным занятиям	18	18
Курсовая работа	18	18
<b>Промежуточная аттестация – диф.зачет (ДЗ)</b>	<b>ДЗ</b>	<b>ДЗ</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>144</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>4</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 тем	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа
Раздел 1. «Источники и характеристики электромагнитных и электромеханических помех в ЭМК»	66	10	8	22	24
Раздел 2. «Методы и устройства обеспечения электромагнитной и электромеханической совместимости в ЭМК»	78	8	10	32	30
<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>54</b>

#### 4.2.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Источники и характеристики электромагнитных и электромеханических помех в ЭМК	Введение. Современные и перспективные методы исследований проблем электромагнитной и электромеханической совместимости в электротехнических комплексах. Электромагнитная обстановка. Источники и характеристики электромагнитных и электромеханических помех в электротехнических комплексах	10
2.	Методы и устройства обеспечения электромагнитной и электромеханической совместимости в ЭМК	Способы и методы решения задач обеспечения электромагнитной и электромеханической совместимости в электротехнических комплексах в процессе их проектирования. Устройства помехоподавления.	8
<b>Итого:</b>			<b>18</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Тема	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Расчеты параметров и характеристик электромагнитных и электромеханических помех в электротехнических комплексах при их проектировании	8
2.	Раздел 2.	Решение задач обеспечения электромагнитной и электромеханической совместимости в электротехнических комплексах	10
<b>Итого:</b>			<b>18</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Исследование энергетических характеристик и эффективности электрических двигателей переменного тока	10
		Исследование энергетических характеристик и качества электромеханического преобразования в электроприводе переменного тока	12
2	Раздел 2.	Исследование энергетических характеристик и эффективности преобразователей частоты электроприводов переменного тока	6
		Экспериментальное исследование характеристик электромагнитных и электромеханических помех в электротехнических комплексах	6
		Исследование электромеханической совместимости преобразователей частоты электроприводов с приводным электродвигателем	6
		Исследование энергетической совместимости электроприводов с сетью электроснабжения	6

№ п/п	Тема	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
		Исследование энергетической совместимости регулируемого электропривода с сетью электроснабжения и рекуперативных режимов торможения	4
		Исследование энергетических характеристик и эффективности регулируемых электроприводов с преобразователями частоты электротехнических комплексов	4
<b>Итого:</b>			<b>54</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы

Примерные темы курсовых работ

№ п/п	Темы курсовых работ
1	Исследование электромагнитной и электромеханической совместимости в автоматизированном электроприводе конвейерной установки;
2	Исследование электромагнитной и электромеханической совместимости в автоматизированном электроприводе вентилятора главного проветривания
3	Исследование электромагнитной и электромеханической совместимости в автоматизированном электроприводе механизма напора карьерного экскаватора

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

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

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

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

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

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

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

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач. Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифф. зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

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

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

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

#### **Раздел 1. Источники и характеристики электромагнитных и электромеханических помех в ЭМК**

1. Виды и классификация источников помех.
2. Источники узкополосных помех.
3. Разряды статического электричества.
4. Коронный разряд на воздушных линиях высокого напряжения.
5. Коммутация тока в индуктивных цепях.
6. Переходные процессы в сетях высокого напряжения.
7. Электромагнитный импульс молнии.
8. Классификация окружающей среды по помехам, связанным с проводами.
9. Классификация окружающей среды по помехам, вызванным электромагнитным излучением.

#### **Раздел 2. Методы и устройства обеспечения электромагнитной и электромеханической совместимости в ЭМК**

1. Воздействие электромагнитного излучения.
2. Фильтры. Принцип действия. Сетевые фильтры.
3. Ограничители перенапряжений. Принцип действия.
4. Защитные элементы. Экранирование. Принцип действия экранов.
5. Материалы для изготовления экранов.
6. Экранирование приборов и помещений

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

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

1. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона.
2. Определение электромагнитной обстановки. Разряды статического электричества.
3. Определение электромагнитной обстановки. Магнитные поля промышленной частоты.
4. Логарифмические относительные характеристики. Уровни помех.
5. Узкополосные и широкополосные процессы.
6. Противофазные и синфазные помехи.
7. Способы описания и основные параметры помех.
8. Возможные диапазоны значений электромагнитных помех.
9. Спектры некоторых периодических и импульсных процессов.
10. Учет путей передачи и приемников электромагнитных помех.
11. Классификация источников помех.
12. Источники узкополосных помех.
13. Влияние на сеть.
14. Разряды статического электричества.
15. Коронный разряд на воздушных линиях высокого напряжения.
16. Коммутация тока в индуктивных цепях.
17. Переходные процессы в сетях высокого напряжения.
18. Электромагнитный импульс молнии.

- 19.Классификация окружающей среды по помехам, связанным с проводами.
- 20.Классификация окружающей среды по помехам, вызванным электромагнитным излучением.
- 21.Гальваническое влияние через цепи питания и сигнальные контуры.
- 22.Гальваническое влияние по контурам заземления.
- 23.Емкостное влияние. Гальванически разделенные контуры.
- 24.Емкостное влияние. Контуры с общим проводом системы опорного потенциала.
- 25.Емкостное влияние. Токовые контуры с большой емкостью относительно земли.
- Емкостное влияние молнии.
- 26.Индуктивное влияние.
- 27.Воздействие электромагнитного излучения.
- 28.Фильтры. Принцип действия. Сетевые фильтры.
- 29.Ограничители перенапряжений. Принцип действия.
- 30.Защитные элементы. Экранирование. Принцип действия экранов.
- 31.Материалы для изготовления экранов.
- 32.Экранирование приборов и помещений.
- 33.Основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки.
- Исходные данные и состав работ по определению ЭМО на объекте.
- 34.Воздействие на кабели систем релейной защиты и технологического управления токов и напряжений промышленной частоты.
- 35.Импульсные помехи, обусловленные переходными процессами в цепях высокого напряжения при коммутациях и коротких замыканиях.
- 36.Помехи, связанные с возмущениями в цепях питания низкого напряжения.
- 37.Влияние гармоник на системы электроснабжения. Элементы систем электроснабжения.
- 38.Механизмы воздействия электрических и магнитных полей на живые организмы.
- 39.Нормирование безопасных для человека напряженностей электрических и магнитных полей. Нормативная база за рубежом и в РФ.
- 40.Влияния линий электропередачи на линии связи.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифференциальному зачету

Вариант №1

<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
1.	Устройство, используемое для уменьшения электромагнитного поля, проникающего в защищаемую область:	1. экран 2. заземление 3. электромагнитное возмущение 4. приемник
2.	Заряды статического электричества возникают за счёт двух эффектов:	1. накопления и зарядки 2. индукции и трения 3. перезарядки и возбуждения 4. накопление и трения
3.	Грозовой разряд, разряды статического электричества, технические электромагнитные процессы, ядерный взрыв это источники помех:	1. естественные 2. искусственные 3. внешние 4. внутренние
4.	Электростатические заряды имеют значение:	1. 6 мКл 2. 1кл 3. 5 мкКл 4. 0,5мКл
5.	Напряженность под проводами в середине пролёта для ЛЭП 400кВ при токе 1кА	1. 0,1 А/м 2. 10 А/м



<b>№ n/n</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
	составляет:	3. 100 А/м 4. 0,5 А/м
6.	Определений ожидаемый максимальный уровень электромагнитного воздействия, которое может воздействовать на прибор:	1. максимальный уровень 2. уровень электромагнитной совместимости 3. класс защиты прибора 4. мощность
7.	Сторонняя система, случайно воздействующая на рассматриваемую через нарушительные или функциональные связи:	1. источник помех 2. помеха 3. генератор 4. индуктор
8.	Электромагнитная помеха, преобладающая часть спектра которой расположена на частотах, больших определенной частоты:	1. помехи 2. низкочастотная помеха 3. высокочастотная помеха 4. сбой
9.	Чем руководствуются разработчики при создания приборов с учётом электромагнитной совместимости:	1. техническим заданиям 2. национальными нормами 3. достижениями науки и техники в этой области 4. собственной квалификацией
10.	Гальваническое влияние осуществляется через общие полные...	1. провода 2. сопротивления 3. соединения 4. провода и соединения
11.	Влияют ли геометрические параметры соединительных проводников на гальваническую связь?	1. да 2. нет 3. в конкретных случаях 4. незначительно
12.	Снижение емкостного влияния в случае гальванически разделенных контуров может быть достигнуто с помощью применения:	1. емкостей 2. индуктивностей 3. экранированных проводов 4. емкостей и индуктивностей
13.	Для ослабления постоянных магнитных полей используют	1. экраны из органических материалов 2. экраны из немагнитных металлов 3. экраны из диэлектриков 4. экраны из ферромагнитных материалов
14.	Экран устанавливается	1. над источником и приемником помех 2. между источником и приемником помех 3. под источником и приемником помех 4. не имеет значения
15.	Если сопротивления источника и приемника помех малы, то рекомендуется использовать:	1. индуктивный фильтр 2. емкостной фильтр 3. индуктивно-емкостной фильтр 4. экран
16.	Использование конденсатора в качестве	1. величиной паразитной

<b>№ n/n</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
	помехоподавляющего элемента принципиально может быть ограничено:	индуктивности 2. высокой стоимостью 3. габаритными размерами 4. высокой стоимостью и габаритными размерами
17.	Основными элементами пассивных фильтров являются:	1. катушки индуктивности и конденсаторы 2. сопротивления и диоды 3. предохранители и сопротивления 4. диоды, сопротивления и катушки индуктивности
18.	Сетевой фильтр свободно пропускает:	1. низкие частоты 2. высокие частоты 3. импульсные сигналы 4. аналоговые сигналы
19.	Измерение токовых помех, исходящих от объекта, осуществляется при помощи:	1. генератора тока 2. трансформатора тока 3. трансформатора напряжения 4. силового трансформатора
20.	Электрические и магнитные поля измеряется при помощи:	1. антенны 2. трансформатора 3. генератора 4. катушек индуктивности

Вариант №2

<b>№ n/n</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
1.	Реакторы в сетях 6(10)кВ предназначены для:	1. Компенсации реактивной мощности. 2. Генерации реактивной мощности. 3. Ограничения тока к.з. 4. Повышения напряжения на зажимах электроприемников.
2.	Класс энергетической эффективности продукции	1. Класс, характеризующий степень потребления электрической энергии. 2. Характеристика продукции, отражающая ее энергетическую эффективность. 3. Показатель, определяющий уровень качества электрической энергии. 4. Показатель, определяющий уровень электромагнитной совместимости
3.	Сколько классов энергетической эффективности введено в РФ для электробытовых приборов	1. 7. 2. 5. 3. 3. 4. 10

<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
4.	При какой нагрузке асинхронный двигатель необходимо менять на менее мощный	1.45%. 2.50%. 3.60%. 4.70%
5.	Основное негативное воздействие преобразователей частоты систем регулируемого электропривода на уровень качества электроэнергии в распределительных сетях объектов нефтегазодобычи	1. Увеличение уровня напряжения. 2. Искажение формы кривой тока и напряжения. 3. Увеличение напряжения обратной последовательности. 4. Увеличение потребляемой мощности.
6.	К показателям качества электрической энергии относится:	1. Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока. 2. Суммарный коэффициент гармонических составляющих мощности. 3. Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения. 4. Суммарный коэффициент гармонических составляющих реактивной мощности.
7.	Электромагнитная совместимость технического средства это:	1. Способность технического средства увеличивать полезные помехи и не создавать недопустимых магнитных помех другим техническим средствам. 2. Свойство положительного влияния на другие виды электрооборудования. 3. Способность технического средства подавлять помехи и не создавать недопустимых электрических помех другим техническим средствам. 4. Способность технического средства функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам.
8.	К наиболее эффективным техническим средствам компенсации высших гармоник в условиях нефтегазодобычи относятся:	1. Синхронные компенсаторы. 2. Силовые активные фильтры. 3. Сглаживающие реакторы. 4. Тиристорные возбудители.
9.	Какие рынки электроэнергии в настоящий момент функционируют в РФ	1. Российская биржа электроэнергии и мощности. 2. Оптовый и Розничный рынки электроэнергии. 3. Только розничный рынок электроэнергии. 4. Только оптовый рынок

<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
		электроэнергии.
10.	Что не является причиной увеличения потребляемой реактивной мощности на предприятии	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Работа трансформаторов при неполной нагрузке.</li> <li>2. Работа асинхронных двигателей при неполной нагрузке.</li> <li>3. Увеличение частоты питающей сети.</li> <li>4. Повышение напряжения сети.</li> </ol>
11.	Главным и основным законом, определяющим цели, задачи, методы и необходимость энергосбережения и энергоэффективности является:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Постановление Правительства Российской Федерации № 391 от 1 июня 2010 г. «О порядке создания государственной информационной системы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности и условий для ее функционирования».</li> <li>2. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации».</li> <li>3. Федеральный закон от 14.04.1995 N 41-ФЗ "О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации".</li> <li>4. Федеральный закон от 03.04.1996 N 28-ФЗ "Об энергосбережении".</li> </ol>
12.	Для чего не могут быть использованы результаты энергетических обследований	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Получения объективных данных об объеме потребления энергетических ресурсов.</li> <li>2. Определения показателей энергетической эффективности.</li> <li>3. Определения периода технического обслуживания и ремонта.</li> <li>4. Определения потенциала энергосбережения.</li> </ol>
13.	Реактивная мощность потребляется из сети или от местных источников в основном для?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Передачи активной мощности.</li> <li>2. Совершения полезной работы.</li> <li>3. Увеличения пропускной способности линий электропередачи.</li> <li>4. Создания электромагнитных полей трансформаторов и электродвигателей.</li> </ol>
14.	На территории РФ уровень качества электрической энергии определяется?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Законом об энергоэффективности.</li> <li>2. ГОСТ Р 54149—2010.</li> <li>3. ГОСТ Р 32144—2013.</li> </ol>

<b>№ n/n</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
		4. ГОСТ 13109-97.
15.	Какой элемент, повышающий уровень энергоэффективности, входит в состав систем регулируемого электропривода технологических установок нефтегазодобычи	1. Выключатель. 2. Контактор. 3. Преобразователь частоты. 4. Трансформатор.
16.	Что может использоваться в качестве рабочего тела в тепловом насосе	1. Вода. 2. Фреон. 3. Нефть. 4. Природный газ.
17.	Наиболее эффективным и передовым техническим средством ограничения перенапряжений в условиях нефтегазодобычи являются:	1. Вентильные разрядники. 2. Варисторы. 3. Нелинейные резисторы. 4. Мультиградиентные ограничители перенапряжений.
18.	Какой прибор может быть использован для оценки уровня качества электрической энергии:	1. Амперметр 2. Вольтметр. 3. Ресурс–UF2M. 4. Счетчик
19.	Измерение токовых помех, исходящих от объекта, осуществляется при помощи:	1. генератора тока 2. трансформатора тока 3. трансформатора напряжения 4. силового трансформатора
20.	Электрические и магнитные поля измеряется при помощи:	1. антенны 2. трансформатора 3. генератора 4. катушек индуктивности

Вариант №3

<b>№ n/n</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
1.	Какой ток компенсирует синхронный компенсатор?	1. Емкостной. 2. Индуктивный. 3. Активно-индуктивный. 4. Активно-емкостной
2.	Потери в стали – это ...	1. Электрические потери 2. Магнитные потери 3. Механические потери 4. Таких потери не существует.
3.	Двигатели какого класса согласно стандарту Международной электротехнической комиссии обладают наибольшей энергоэффективностью?	1. IE1 2. IE2 3. IE3 4. IE4
4.	Какие энергетические параметры асинхронных двигателей нормируются в ГОСТ Р 51677-2000?	1. КПД 2. КПД и коэффициент мощности 3. КПД и суммарные потери мощности 4. КПД, коэффициент мощности и суммарные потери мощности.

№ n/n	Вопрос	Варианты ответа
5.	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>
6.	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>
7.	<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_{в} = 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>
8.	<p>Каким выражением можно выразить зависимость КПД от величины нагрузки?</p> <p>(<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>
9.	Что происходит при рекуперативном торможении?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Механическая энергия рабочей машины преобразуется в электрическую и возвращается</li> </ol>

<b>№ n/n</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
		<p>обратно в питающую сеть</p> <p>2. Механическая энергия рабочей машины преобразуется в электрическую и преобразуется в тепло выделяющееся на тормозном резисторе и в обмотках двигателя</p> <p>3. Электрическая энергия потребляемая из сети расходуется только на нагревание обмоток двигателя</p> <p>4. Электрическая энергия, потребляемая из сети, преобразуется в механическую, создавая момент, направленный встречно моменту рабочей машины</p>
10.	Основной энергосберегающий эффект преобразователей частоты с активным выпрямителем обусловлен:	<p>1. Работой электропривода с единичным коэффициентом мощности.</p> <p>2. Работой электропривода с максимально возможным КПД.</p> <p>3. Уменьшением потерь в звене постоянного тока, поскольку отсутствует необходимость использовать фильтр для сглаживания пульсаций.</p> <p>4. Все ответы верны.</p>
11.	Управление напряжениями и токами активного выпрямителя строится на основе ...	<p>1. Скалярных алгоритмов управления.</p> <p>2. Векторных алгоритмов управления</p> <p>3. Алгоритмов прямого управления моментом.</p> <p>4. Верны 2 и 3 ответы.</p>
12.	Какой процент потерь приходится на долю передаточных устройств в общепромышленных электроприводах?	<p>1. Менее 10%</p> <p>2. 10-15%</p> <p>3. 25-30%</p> <p>4. Более 40%.</p>
13.	Согласно ГОСТУ Р 51677- 2000 к классу двигателей с повышенным КПД относятся...	<p>1. специальные двигатели, КПД которых соответствует уровню, достигнутому в производстве двигателей серии АИР.</p> <p>2. специальные двигатели, КПД которых не менее чем на 5 % больше двигателей той же мощности.</p> <p>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.</p> <p>4. общепромышленные двигатели, КПД которых не менее чем на 10%</p>

<b>№ n/n</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
		больше двигателей той же мощности.
14.	Что нельзя отнести к энергоэффективному оборудованию	1.Тринерационная установка. 2.Светодиодная лампа. 3. Гиперболоид. 4. Турбодетандер.
15.	Полупроводниковые преобразователи (коммутаторы), обеспечивающие регулирование коэффициента мощности, и коэффициента нелинейных искажений в питающей сети	1.Неуправляемый выпрямитель – инвертор. 2.Неуправляемый выпрямитель – инвертор с ШИМ. 3.Активный выпрямитель (AFE) – инвертор с ШИМ. 4.Преобразователь частоты типа циклоконвектора.
16.	Что такое НегаВатт	1. Энергия возвращаемая источнику от нагрузки. 2.Энергия высвобождаемая в результате мероприятий по энергосбережению. 3. Количество энергии неоплаченной за период времени. 4. Количество энергии скрытое в массе вещества.
17.	Кондуктивные электромагнитные помехи (ЭМП) это	1. ЭМП распространяющиеся в виде излучения. 2. Токи протекающие от нагрузки к источнику. 3. ЭМП распространяющиеся в виде электромагнитных полей в непроводящих средах. 4. Токи, текущие по проводящим конструкциям в земле.
18.	Что можно отнести к первичному ресурсу энергии	1. Электроэнергия. 2. Подогретая вода. 3. Свет лампы. 4. Геотермальная энергия
19.	Что можно отнести к искусственному способу повышения $\cos\varphi$	1. Ограничение времени работы двигателей на холостом ходу. 2. Переключение нагрузки трансформаторов во время её уменьшения. 3.Установка статических тиристорных компенсаторов реактивной мощности. 4. Повышение качества ремонта двигателей.
20.	Передача реактивной мощности ведет к	1. Уменьшению величины 3-х фазного симметричного короткого замыкания. 2. Пробою изоляции. 3. Неравномерному распределению переменного тока по сечению



<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
		проводника, вытесняя его к поверхностным слоям. 4. Снижению пропускной способности элементов системы электроснабжения по активной мощности.

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

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

<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>
Посещение менее 50 % лекционных практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 60 % лекционных практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 70 % лекционных практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 85 % лекционных практических и лабораторных занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, 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 предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

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

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

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

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

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)</b>	<b>Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)</b>	<b>Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)</b>
<p>Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы</p>	<p>Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки</p>	<p>Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины</p>	<p>Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины</p>

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

### **7.1.1. Основная литература**

1. Овсянников, А.Г. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник / А.Г. Овсянников, Р.К. Борисов. - Новосибирск: НГТУ, 2011. - 194 с.: табл., граф., схем., ил. - (Учебники НГТУ). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7782-1678-5;

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436029>

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

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

3. Фролов В.Я., Смородинов В.В.. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab — Simulink: учебное пособие. Издательство "Лань", 2018г., 332с.

<https://e.lanbook.com/book/106890>

### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике / Под ред. А.Ф. Дьякова. – М.: Мир, Энергоатомиздат, 2003 – 768 с.

2. Шваб А. Й. Электромагнитная совместимость. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 480 с.

3. Хабигер Э. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике. – М.: Энергоатомиздат, 1995 – 304 с.

4. Карташев И.И. Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Способы его контроля и обеспечения. – М. МЭИ, 2000. – 89 с.

5. Курбацкий В.Г. Качество электроэнергии и электромагнитная совместимость технических средств в электрических сетях. – Братск: БрГТУ, 1999. – 180 с.

6. Добрусин Л.А. Фильтрокомпенсирующие устройства для преобразовательной техники. – М.: НТФ «Энергопрогресс», «Энергетик», 2003. – 82 с.

### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Энергосбережение и энергоэффективность в электроэнергетике. Фотоэлектрические установки "Solar Lab", SL.305-1: метод. указания к лаб. занятиям для магистрантов направления подготовки 140400 / сост. Б. Н. Абрамович [и др.]. - СПб.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=115&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%D0%90%2088767%2F%D0%AD%2065%2D032612<](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=115&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088767%2F%D0%AD%2065%2D032612<).

2. Пантелеев, В.И. Многоцелевая оптимизация и автоматизированное проектирование управления качеством электроснабжения в электроэнергетических системах: монография / В.И. Пантелеев, Л.Ф. Поддубных, В.П. Горелов. - Изд. 2-е. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2016. - 196 с.: ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 164-179. - ISBN 978-5-4475-8445-0;

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447694>

3. Железко, Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов [Электронный ресурс]: Москва: ЭНАС, 2009. — 456с.

<https://e.lanbook.com/book/38609>

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

1. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»  
<https://e.lanbook.com/books>

2. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):  
<http://elibrary.rsl.ru/>

3. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

5. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

6. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

7. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

8. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

9. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

10. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

11. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»».  
<http://rucont.ru/>

12. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

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

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

#### Аудитория для проведения лекционных занятий.

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

#### Аудитория для проведения лабораторных занятий.

Оснащенность помещения: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2010 Standard, Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

#### **Аудитория для проведения практических занятий**

Оснащенность помещения: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2010 Standard, Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012.

Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

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

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional, Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product key: 766H1.

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт.,

паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

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

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

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

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

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

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

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

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

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

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

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

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

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

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

1. Microsoft Windows 8 Professional.
2. Microsoft Office 2007 Standard.
3. Microsoft Office 2010 Professional Plus.
4. Statistica for Windows.
5. LabView Professional.
6. MathCad Education.