

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
ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ**

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль):	Электроснабжение
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	профессор Сычев Ю.А.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Техника высоких напряжений» 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) «Электроснабжение».

Составитель _____ д.т.н. проф. Сычев Ю.А.

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

Заведующий кафедрой _____ д.т.н. проф. В.А. Шпенст

Рабочая программа согласована:

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- формирование у студентов базовых знаний о технике и оборудовании, применяемом при передаче и распределении электрической энергии на высоком напряжении;
- ознакомление студентов с основными физическими процессами, протекающими в высоковольтной изоляции, требованиями, предъявляемыми к изоляции электроустановок высокого напряжения, методами контроля и испытания высоковольтной изоляции;
- ознакомление с основными видами перенапряжений в высоковольтных электроустановках и способах их ограничения.

Основные задачи дисциплины:

- изучение основных физических процессов, протекающих при возникновении дуговых разрядов в высоковольтном оборудовании;
- изучение основных методов и средств гашения электрической дуги в электрических установках высокого напряжения;
- изучение основных физических процессов, протекающих в высоковольтной изоляции при различных видах пробоя;
- формирование представлений об основных методах и средствах контроля и испытания высоковольтной изоляции электроустановок;
- изучение конструкции и принципа действия электрических аппаратов высокого напряжения;
- формирование представлений об основных видах высоковольтных изоляторов;
- формирование представлений об основных видах перенапряжений и способах их ограничения в электроустановках высокого напряжения;
- формирование навыков на основе паспортных и каталожных данных определять параметры и характеристики высоковольтных изоляторов;
- формирование навыков эксплуатации высоковольтных электроустановок с точки зрения электробезопасности;
- формирование представлений о видах коронных разрядов и способах борьбы с ними в электроустановках высокого напряжения;
- формирование представлений о структуре и технической реализации систем молниезащиты высоковольтных электроустановок;
- формирование способностей использовать знания основных физических теорий для решения возникающих электротехнических задач, самостоятельного приобретения физических знаний для понимания принципов работы электроустановок высокого напряжения, в том числе высоковольтной изоляции, планировать и проводить эксперимент, обрабатывать и оформлять его результаты, оценивать погрешность;
- формирование мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области проектирования и эксплуатации электроустановок высокого напряжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Техника высоких напряжений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Электроснабжение» и изучается в 8 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Техника высоких напряжений» являются «Теоретические основы электротехники», «Электротехническое конструктивное материаловедение», «Общая энергетика», «Электроснабжение», «Электрические и электронные аппараты».

Дисциплина «Техника высоких напряжений» является основополагающей для выполнения выпускной квалификационной работы по итогам освоения образовательной программы.

Особенностью дисциплины является то, что она охватывает комплекс проблем, связанных с процессами, протекающими в изоляции электроустановок высокого напряжения.

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

Процесс изучения дисциплины «Техника высоких напряжений» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен участвовать в проектировании систем электропривода, автоматизированных системы управления, систем электроснабжения.	ПКС-1	ПКС-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		8
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	108	108
Подготовка к лекциям	18	18
Подготовка к лабораторным работам	24	24
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	48	48
Выполнение курсовой работы / проекта		
Расчетно-графическая работа (РГР)		
Реферат		
Домашнее задание		
Подготовка к контрольной работе		
Подготовка к коллоквиуму		
Аналитический информационный поиск	9	9
Работа в библиотеке	9	9
Подготовка к зачету / дифф. зачету		
Промежуточная аттестация	Э (36), 3	Э (36), 3
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак. час.	216
	зач. ед.	6

4.2. Содержание дисциплины

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

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовой проект
Раздел 1 «Физические процессы в высоковольтных электроустановках и изоляции»	54	12	8	4	30
Раздел 2 «Высоковольтная изоляция»	46	10	4	2	30
Раздел 3 «Высоковольтное испытательное оборудование»	38	4	6	4	24
Раздел 4 «Перенапряжения в высоковольтных электроустановках»	42	10	6	2	24
Итого:	180	36	24	12	108

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Физические процессы в высоковольтных электроустановках и изоляции	Ионизационные процессы в газах. Виды ионизации. Теория электрической дуги. Основные физические процессы, протекающие при зажигании, горении и гашении дуги в электрических аппаратах высокого напряжения. Коронный разряд. Способы гашения электрической дуги в высоковольтных выключателях. Основные высоковольтные аппараты открытых и закрытых распределительных устройств высокого напряжения. Элегазовые распределительные устройства.	12
2	Высоковольтная изоляция	Основные требования, предъявляемые к высоковольтной изоляции. Основные виды пробоя изоляции. Изоляция воздушных линий, распределительных устройств, силовых трансформаторов, электрических машин. Основные типы высоковольтных изоляторов. Основные параметры и характеристики высоковольтных изоляторов. Внешняя и внутренняя изоляция. Основные параметры и характеристики трансформаторного масла.	10
3	Высоковольтное испытательное оборудование	Основные методы испытания высоковольтной изоляции. Технические средства для испытания высоковольтной изоляции. Координация высоковольтной изоляции. Поверка и испытания трансформаторного масла.	4
4	Перенапряжения в высоковольтных электроустановках	Основные параметры и характеристики перенапряжений. Виды перенапряжений. Технические средства и решения по ограничению перенапряжений. Молниезащита высоковольтных электроустановок.	10
Итого:			36

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Изучение конструкции и принципа действия масляных, воздушных, электромагнитных, элегазовых и вакуумных выключателей. Расчет перенапряжения на контактах вакуумного выключателя.	8
2	Раздел 2	Изучение конструкции опорных, подвесных и проходных изоляторов.	4
3	Раздел 3	Изучение способов испытания высоковольтной изоляции.	6
4	Раздел 4	Изучение конструкции и принципа действия разрядников и ограничителей перенапряжений.	6
Итого:			24

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Исследование характеристик выключателей высокого напряжения. Исследование конструкции элегазового распределительного устройства.	4
2	Раздел 2	Исследование величины пробивного напряжения для изоляторов различной конфигурации. Исследование характеристик опорных, подвесных и проходных изоляторов.	2
3	Раздел 3	Исследование методов испытания высоковольтной изоляции. Исследование критических параметров для испытания высоковольтной изоляции.	4
4	Раздел 4	Исследование параметров и характеристик разрядников и ограничителей перенапряжения.	2
Итого:			12

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) учебным планом 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. Физические процессы в высоковольтных электроустановках и изоляции

1. Какие физические процессы протекают при зажигании, горении и гашении электрической дуги?
2. Перечислите основные способы гашения электрической дуги?
3. Опишите принцип работы вакуумного выключателя.
4. По каким причинам возникает коронный разряд?
5. Перечислите основные конструктивные элементы ячеек комплектных распределительных устройств 6(10) кВ.

Раздел 2. Высоковольтная изоляция

1. Приведите классификацию высоковольтной изоляции.
2. Какие требования предъявляются к высоковольтной изоляции?
3. Перечислите основные типы высоковольтных изоляторов.
4. Какие функции выполняют проходные изоляторы?
5. Какие требования предъявляются к трансформаторному маслу?

Раздел 3. Высоковольтное испытательное оборудование

1. Перечислите основные виды испытаний высоковольтной изоляции?
2. Назовите технические средства для испытания высоковольтной изоляции.
3. Какие параметры изоляции оцениваются при ее испытаниях?
4. В чем суть координации высоковольтной изоляции?
5. Какие виды испытаний предусматриваются для трансформаторного масла?

Раздел 4. Перенапряжения в высоковольтных электроустановках

1. Приведите классификацию перенапряжений в высоковольтных электроустановках.
2. В чем заключается принцип действия вентильного разрядника?
3. Из каких элементов состоит система молниезащиты зданий и сооружений?
4. Какими параметрами характеризуется перенапряжение?
5. Назовите область применения ограничителей перенапряжений.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

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

Раздел 1. Физические процессы в высоковольтных электроустановках и изоляции

1. Что произойдет с вольт-амперной характеристикой дуги при интенсивном охлаждении?
2. Что произойдет с вольт-амперной характеристикой дуги при увеличении длины дуги?
3. Что произойдет с вольт-амперной характеристикой дуги при увеличении давления в зоне горения дуги?
4. Что произойдет с сопротивлением дуги при увеличении тока дуги?
5. На сколько областей разделяют электрическую дугу?
6. Что представляет собой столб дуги с физической точки зрения?
7. Чему соответствует длина прикатодной области дуги?
8. Почему дугу переменного тока проще гасить?

9. Какое устройство выдает воздух под давлением в воздушном выключателе?
10. Какой процесс соответствует явлению испускания электронов из раскаленной поверхности катода?
11. Какой процесс соответствует явлению испускания электронов из катода под действием сильного электрического поля?
12. Как называется процесс ионизации под воздействием высокой температуры?

Раздел 2. Высоковольтная изоляция

1. Какую функцию выполняют проходные изоляторы?
2. Какую функцию выполняют опорные изоляторы?
3. Какую функцию выполняют подвесные изоляторы?
4. Какие материалы применяются для высоковольтной изоляции?
5. Какую функцию выполняет внешняя изоляция?
6. Какую функцию выполняет внутренняя изоляция?
7. Какие факторы влияют на старение изоляции?
8. Какую функцию выполняют штыревые изоляторы?
9. Каково назначение высоковольтных вводов?
10. Опишите структуру высоковольтной изоляции силовых трансформаторов.
11. Опишите структуру высоковольтной изоляции электрических машин.
12. Опишите структуру высоковольтной изоляции кабелей.

Раздел 3. Высоковольтное испытательное оборудование

1. Перечислите основные методы испытания высоковольтной изоляции.
2. Какие дефекты позволяет выявить измерение сопротивления изоляции?
3. Какие дефекты позволяет выявить измерение тангенса угла диэлектрических потерь?
4. Какие дефекты позволяет выявить измерение емкости?
5. Какие дефекты позволяет выявить определение наличия частичных разрядов?
6. Какие дефекты позволяет выявить измерение распределения напряжения?
7. Какие дефекты позволяет выявить приложение к изоляции повышенного напряжения?
8. Какие дефекты позволяет выявить контроль влажности изоляции?


Раздел 4. Перенапряжения в высоковольтных электроустановках

1. Что такое перенапряжение?
2. Перечислите основные виды перенапряжений.
3. По какой причине возникают коммутационные перенапряжения?
4. По какой причине возникают атмосферные перенапряжения?
5. Какие технические средства применяются для ограничения перенапряжений?
6. В чем состоит принцип действия ограничителя перенапряжений?
7. В чем состоит принцип действия вентильного разрядника?
8. В чем состоит принцип действия трубчатого разрядника?
9. По каким причинам возникают внутренние перенапряжения?
10. По каким причинам возникают внешние перенапряжения?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1.

1.	Ограничитель перенапряжения осуществляет защиту от:	1. атмосферных перенапряжений; 2. коммутационных перенапряжений; 3. атмосферных и коммутационных перенапряжений; 4. токов короткого замыкания.
2.	Ограничитель перенапряжения устанавливается в комплекте с:	1. масляными выключателями; 2. вакуумными выключателями; 3. электромагнитными выключателями; 4. элегазовыми выключателями.

3.	<p>Какой аппарат изображен на рисунке ниже?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. выключатель; 2. разъединитель; 3. отделитель; 4. ограничитель перенапряжения.
4.	<p>Основным преимуществом ОПН перед трубчатыми разрядниками является:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. простота конструкции; 2. возможность многократного использования; 3. простота установки; 4. меньшая стоимость.
5.	<p>Атмосферное перенапряжение возникает при:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ионизации паров воздуха; 2. воздействии ультрафиолета на электрооборудование; 3. ударе молнии в электрооборудование; 4. воздействии электромагнитных полей.
6.	<p>Коммутационное перенапряжение возникает при:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. отказе выключателя; 2. внезапном отключении мощной нагрузки; 3. коротком замыкании; 4. воздействии электромагнитных полей.
7.	<p>Основной элемент разрядника</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.буфер 2.искровой промежуток 3.корпус 4.фланец
8.	<p>Разрядники предназначены для</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.ограничения перенапряжений 2.ограничения токов 3.ограничения сопротивлений 4.ограничения времени
9.	<p>От каких факторов зависит электрическая прочность внешней изоляции?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.от температуры воздуха; 2.от давления воздуха; 3.от влажности воздуха; 4.от всех перечисленных факторов.
10.	<p>Какая форма пробоя является обратной?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Тепловой пробой 2.Электрический пробой 3.Диффузионный пробой 4. Ионизационный пробой
11.	<p>Какая форма пробоя является необратимой?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Тепловой пробой 2.Электрический пробой 3.Диффузионный пробой 4. Ионизационный пробой
12.	<p>Ионизационный пробой изоляции в большинстве случаев связан с</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Воздействием влаги 2.Электромагнитными полями 3.Старением изоляции 4. Пониженным напряжением
13.	<p>Электрический пробой имеет место при:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. При длительных импульсах напряжения 2. При кратковременных импульсах напряжения 3.При токовых перегрузках 4. При провалах напряжения
14.	<p>При возникновении теплового про-</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изоляция пригодна для дальнейшего

	боя	использования 2. Изоляция непригодна для дальнейшего использования 3. Разрушаются токоведущие части 4. Происходит обрыв фазы
15.	При возникновении электрического пробоя	1. Изоляция пригодна для дальнейшего использования 2. Изоляция непригодна для дальнейшего использования 3. Разрушаются токоведущие части 4. Происходит обрыв фазы
16.	Непосредственной причиной теплового пробоя является	1. Токовая перегрузка 2. Расплавление диэлектрика 3. Механическое разрушение диэлектрика 4. Тепловое разрушение диэлектрика
17.	Пробоем жидкого диэлектрика способствуют:	1. Полная очистка жидкости 2. Длительное кипячение жидкости 3. Газовые пузырьки в жидкости 4. Заморозка жидкости
18.	При пробое жидкого или твердого диэлектрика в нем образуется:	1. Газовые пузырьки 2. Проводящий канал 3. Осадок из твердых частиц 4. Сквозное отверстие
19.	Какая область дугового разряда состоит из плазмы?	1. Прикатодная 2. Дуговой столб 3. Прианодная 4. Вся дуга
20.	К какому процессу относится рекомбинация частиц?	1. Деионизации 2. Ионизации 3. Эмиссии 4. Эрозии

Вариант 2.

1.	В случае погасания дуги скорость убывания заряженных частиц соответствует выражению:	1. $dn/dt < 0$ 2. $dn/dt > 0$ 3. $dn/dt = 0$ 4. $dn-dt=0$
2.	В случае зажигания дуги скорость убывания заряженных частиц соответствует выражению:	1. $dn/dt < 0$ 2. $dn/dt > 0$ 3. $dn/dt = 0$ 4. $dn-dt=0$
3.	Какую часть всей энергии, поступающей в дугу от источника, составляет электромагнитная энергия отключаемого контура	1. 95-97% 2. 93-96% 3. 91-95% 4. 90-94%
4.	За счет какой энергии горит дуга при отключении нагрузки?	1. поступающей от источника; 2. запасенной в емкостях электрооборудования; 3. инерции движения электронов в проводниках; 4. накопленной в электромагнитных контурах

		рах отключаемой цепи.
5.	За счет чего в столбе электрической дуги протекают основные процессы?	1.за счет ударной ионизации; 2.за счет фотоионизации; 3.за счет поверхностной ионизации; 4.за счет термоионизации.
6.	За счет чего гашение дуги в среде водорода происходит эффективнее, чем в воздухе?	1.за счет теплопроводности; 2.за счет теплоемкости; 3.за счет конвекции; 4.за счет диссоциации водорода из молекулярного состояния в атомарное
7.	Что произойдет с вольт-амперной характеристикой дуги при интенсивном охлаждении?	1.поднимается вверх; 2.остается неизменной; 3.опускается вниз; 4.линеаризуется.
8.	Что произойдет с вольт-амперной характеристикой дуги при увеличении длины дуги?	1.поднимается вверх; 2.остается неизменной; 3.опускается вниз; 4.линеаризуется.
9.	Что произойдет с вольт-амперной характеристикой дуги при увеличении давления в зоне горения дуги?	1.поднимается вверх; 2.остается неизменной; 3.опускается вниз; 4.линеаризуется.
10.	Что произойдет с сопротивлением дуги при увеличении тока дуги?	1.остается неизменным; 2.будет стремиться к нулю; 3.будет увеличиваться; 4.будет уменьшаться.
11.	На сколько областей разделяют электрическую дугу?	1.1 2.2 3.3 4.4
12.	Столб дуги представляет собой:	1.Слабо ионизированный газ 2.Сильно ионизированный газ 3.Средне ионизированный газ 4.Газ без ионизации
13.	Длина прикатодной области дуги соответствует:	1.Длине пробега протона 2.Длине пробега иона 3.Длине пробега электрона 4.Длине пробега атома
14.	Какую дугу легче гасить?	1.Дугу постоянного тока 2.Дугу переменного тока 3.Обе дуги гасятся с одинаковой степенью легкости 4.Все ответы верны
15.	Выражение $U_g = U_a + U_k + EI$ определяет	1.Статическую характеристику дуги 2.Динамическую характеристику дуги 3.Баланс напряжений 4.Внешнюю характеристику дуги
16.	В формуле $\frac{x^2}{1-x^2} \cdot 10^{-5} P = 315,8 T^{2,5} e^{-\frac{11,600 U_i}{T} \cdot 10^{-5}}$ переменная x – это:	1. Перемещение дуги 2. Координата столба дуги 3. Степень ионизации 4. Толщина дуги

17.	Если выполняется условие $U_c < (U_k + U_A)$, то	<p>1. Дуга называется короткой, она характерна для некоторых низковольтных аппаратов</p> <p>2. Дуга называется длинной, она характерна для высоковольтных аппаратов</p> <p>3. Дуга обладает средней длиной и характерна для всех аппаратов</p> <p>4. Дуга не является стабильной</p>
18.	Если выполняется условие $U_c > (U_k + U_A)$, то	<p>1. Дуга называется короткой, она характерна для некоторых низковольтных аппаратов</p> <p>2. Дуга называется длинной, она характерна для высоковольтных аппаратов</p> <p>3. Дуга обладает средней длиной и характерна для всех аппаратов</p> <p>4. Дуга не является стабильной</p>
19.	В формуле $\frac{x^2}{1-x^2} \cdot 10^{-5} P = 315,8 T^{2,5} e^{-\frac{11,600 U_i}{T} \cdot 10^{-5}}$ переменная P – это:	<p>1. Давление</p> <p>2. Мощность</p> <p>3. Постоянная</p> <p>4. Толщина дуги</p>
20.	В формуле $\frac{x^2}{1-x^2} \cdot 10^{-5} P = 315,8 T^{2,5} e^{-\frac{11,600 U_i}{T} \cdot 10^{-5}}$ переменная T – это:	<p>1. Время</p> <p>2. Температура дуги</p> <p>3. Постоянная времени</p> <p>4. Толщина дуги</p>

Вариант 3.

1.	Явление испускания электронов из раскаленной поверхности катода это:	<p>1. Излучение</p> <p>2. Автоэлектронная эмиссия</p> <p>3. Термоэлектронная эмиссия</p> <p>4. Ударная ионизация</p>
2.	Явление испускания электронов из катода под действием сильного электрического поля это:	<p>1. Излучение</p> <p>2. Автоэлектронная эмиссия</p> <p>3. Термоэлектронная эмиссия</p> <p>4. Ударная ионизация</p>
3.	Процесс ионизации под воздействием высокой температуры это:	<p>1. Термическая ионизация</p> <p>2. Автоэлектронная эмиссия</p> <p>3. Термоэлектронная эмиссия</p> <p>4. Ударная ионизация</p>
4.	При соударении электрона с нейтральной частицей с выбиванием из нее электрона это:	<p>1. Термическая ионизация</p> <p>2. Автоэлектронная эмиссия</p> <p>3. Термоэлектронная эмиссия</p> <p>4. Ударная ионизация</p>
5.	При зажигании дуги:	<p>1. Интенсивность ионизации выше, чем деионизации</p> <p>2. Интенсивность ионизации ниже, чем деионизации</p> <p>3. Интенсивность ионизации и деионизации одинакова</p> <p>4. Ионизации и деионизации не происходят</p>

		дит
6.	При горении дуги:	<ol style="list-style-type: none"> 1.Интенсивность ионизации выше, чем деионизации 2.Интенсивность ионизации ниже, чем деионизации 3.Интенсивность ионизации и деионизации одинакова 4.Ионизации и деионизации не происходит
7.	При погасании дуги:	<ol style="list-style-type: none"> 1.Интенсивность ионизации выше, чем деионизации 2.Интенсивность ионизации ниже, чем деионизации 3.Интенсивность ионизации и деионизации одинакова 4.Ионизации и деионизации не происходит
8.	При отключении какой нагрузки возникают наибольшие перенапряжения на контактах высоковольтных выключателей?	<ol style="list-style-type: none"> 1. индуктивной 2. активной 3. емкостной 4. смешанной
9.	При отключении высоковольтным выключателем R, L нагрузки, что происходит в момент перехода тока через ноль?	<ol style="list-style-type: none"> 1. перегрузка 2. перенапряжение 3. короткое замыкание 4. снижение напряжения
10.	Процесс изменения напряжения на промежутке после прохождения тока через ноль называется	<ol style="list-style-type: none"> 1. восстановлением напряжения 2. восстановлением прочности 3. пробоем 4. перенапряжением
11.	От чего зависят перенапряжения на контактах выключателя при отключении RL нагрузки?	<ol style="list-style-type: none"> 1. активной составляющей тока; 2. индуктивной составляющей тока; 3. уровня напряжения сети; 4. скорости среза тока нагрузки.
12.	Выражение $U = E(1 - e^{-\frac{Rt}{2L}} \cos \omega_0 t)$ служит для определения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Напряжения дуги 2. Напряжения столба дуги 3. Восстанавливающегося напряжения 4. Напряжения прианодной области дуги
13.	Восстанавливающееся напряжение стремится:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Восстановить электрическую прочность 2. Прорить межконтактный промежуток 3. Погасить электрическую дугу 4. Увеличить длину дуги
14.	Если в любой момент времени после гашения дуги кривая роста электрической прочности $U_{пр}$ идёт выше кривой восстанавливающегося напряжения U , то:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дуга будет гореть интенсивнее 2. Дуга продолжит гореть с той же интенсивностью 3. Дуга погаснет 4. Длина дуги увеличится
15.	Если в любой момент времени после гашения дуги кривая роста электрической прочности $U_{пр}$ идёт ниже кривой восстанавливающегося напряжения U , то:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дуга будет гореть интенсивнее 2. Дуга продолжит гореть с той же интенсивностью 3. Дуга погаснет 4. Длина дуги увеличится

16.	Формула $i_{ост} = \frac{U_{восст}}{r_{дуги}}$ определяет:	1. Остаточный ток выключателя 2. Остаточный ток в цепи отключения 3. Остаточный ток межконтактного промежутка после гашения дуги 4. Остаточный ток межконтактного промежутка до гашения дуги
17.	Как влияет уменьшение плотности воздуха на разрядное напряжение?	1. оно растет; 2. оно падает; 3. оно не изменяется; 4. оно изменяется периодически.
18.	Как влияет увеличение влажности воздуха на разрядное напряжение?	1. напряжение растет; 2. напряжение падает; 3. напряжение не изменяется; 4. напряжение изменяется периодически.
19.	Какой основной фактор влияет на повышение электрической прочности межконтактного промежутка?	1. интенсивность снижения давления; 2. интенсивность снижения влажности; 3. интенсивность отвода тепла; 4. интенсивность снижения напряжения питания цепи.
20.	Какой основной фактор, влияющий на электрическую прочность воздушного промежутка?	1. температура; 2. влажность; 3. давление; 4. яркость света.

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	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

6.3.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и практических / лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и практических / лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Малахова, Т. Ф. Техника высоких напряжений. Раздел «Электрофизические процессы в диэлектриках»: учебное пособие / Т. Ф. Малахова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 41 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172534>— Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Техника высоких напряжений : учебное пособие / составитель В. А. Солдатов. — пос. Караваяево : КГСХА, 2021. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/252128> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Техника высоких напряжений : учебно-методическое пособие / составители А. В. Черепанов, А. Д. Степанов. — Иркутск : ИрГУПС, 2020. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200171> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Веремеев, А. А. Техника высоких напряжений : учебное пособие / А. А. Веремеев. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 124 с. — ISBN 978-5-7410-2160-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159721> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Савина, Н. В. Техника высоких напряжений. Перенапряжения и защита от них : учебное пособие / Н. В. Савина. — Благовещенск : АмГУ, 2015. — 191 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156473> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Соловьев, И. И. Основы техники высоких напряжений : учебное пособие / И. И. Соловьев. — Архангельск : САФУ, 2019 — Часть 1 — 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-261-01401-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/161905> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Основы техники высоких напряжений : учебное пособие / составитель И. И. Соловьев. — Архангельск : САФУ, 2017 — Часть 1 — 2017. — 144 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-

библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/161818> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Голиков, С. П. Судовая техника высоких напряжений и высоковольтное электрооборудование : учебное пособие / С. П. Голиков. — Керчь : КГМУ, 2016. — 187 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140620> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Мельникова, О. С. Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебное пособие / О. С. Мельникова. — Иваново : ИГЭУ, 2020. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183962> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Титков, В. В. Физические основы техники высоких напряжений, сильных магнитных полей и токов : учебное пособие / В. В. Титков. — Санкт-Петербург : СПбГУ, 2011. — 185 с. — ISBN 978-5-7422-3487-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50597> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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 "ГЕОИНФОРМАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - 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/>
9. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>
12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>.
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>
18. Scimago Journal Rank (SJR) – научно-аналитическая платформа, которая позволяет про-анализировать действующие издания на предмет авторитетности, востребованности и цитируемо-сти как отдельных авторов и их работ, так в и журналов в целом <https://www.scimagojr.com/>
19. EThOS – диссертации университетов Британии (более 400 тыс.) в открытом доступе для всех зарегистрированных пользователей. Можно также за сравнительно небольшие деньги заказать оцифровку необходимой диссертации, которая после этого будет выложена в открытый доступ <http://ethos.bl.uk/>

20. Thesesfr. Содержит: диссертации, защищённые в университетах Франции. <http://www.theses.fr/>
21. CiNii Dissertations. Содержит: диссертации на докторскую степень университетов и институтов Японии, библиографическую информацию по диссертациям. <http://ci.nii.ac.jp/d/en/>
22. Диссертации университетов Канады (70 университетов): <http://amicus.collectionscanada.ca/s4-bi...>
23. Диссертации университета Гранады (6 тыс.): <http://digibug.ugr.es/handle/10481/191>
24. Подборка диссертаций Луизианского университета: <http://sites01.lsu.edu/wp/graduateschool...>
25. Диссертации университетов Мексики <http://www.bidi.uson.mx/tesis.aspx>
26. Диссертации Университета Буэнос-Айреса (1395 pdf): <http://digital.bl.fcen.uba.ar/gsd1-282/cgi-...>
27. OATD (Open Access Theses and Dissertations) Содержит: диссертации, дипломные работы выпускников более 1 тыс. исследовательских институтов, университетов и колледжей. <http://oatd.org/>
28. DART-Europe. Содержит: диссертации из библиотек Европы. <http://www.dart-europe.eu/basic-search...>
29. Dialnet. Содержит: сгруппированные по университетам диссертации, научные статьи учёных из ведущих университетов Испании. <http://dialnet.unirioja.es/>
30. Диссертации университета Тулузы: <http://thesesups.ups-tlse.fr/>
31. NDLTD (The Networked Digital Library of Theses and Dissertations). Метапоисковая система. Обеспечивает поиск полнотекстовых диссертаций открытого доступа или сведений о диссертациях ограниченного доступа среди 4 млн документов. <http://search.ndltd.org>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории, используемые при проведении лекционных и практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Мебель лабораторная:

69 посадочных мест, стул – 70 шт., стол – 21 шт., доска маркерная – 2 шт.

Компьютерная техника:

принтер Xerox Phaser 4600DN - 1 шт., Блок системный RAMEC GALE AL с монитором BenQ GL2450 (тип 1) – 15 шт. (возможность подключения к сети «Интернет»).

Оборудование и приборы:

Стенд «Электрические аппараты систем электроснабжения», стенд «Сети с изолированной нейтралью», стенд «Сети с заземленной нейтралью», компенсатор реактивной мощности, стенд «Дифференциальное реле», стенд «Источник эл. питания ауд. 7126-7132», стенд «Линия электропередачи», комплект типового лабораторного оборудования «Теория эл цепей» ТЭЦОЭ1-С-К.

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:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , 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 .

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 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

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., 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 (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

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 (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46822807 от 22.12.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009)

4. Statistica for Windows (ГК №1142912/09 от 04.12.2009 «На поставку программного обеспечения»).

5. LabView Professional (ГК №1142912/09 от 04.12.2009 «На поставку программного обеспечения»).

6. MathCad Education (Договор №1134-11/12 от 28.11.2012 «На поставку программного обеспечения», Договор №1135-11/12 от 28.11.2012 «На поставку программного обеспечения»).