

# Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»  
Политехнический институт (филиал) государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.  
Аммосова» в г. Мирном

Кафедра Электроэнергетики и автоматизации промышленного производства




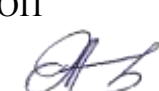

Рабочая программа дисциплины

## Б1.В.14 Техника высоких напряжений

для программы бакалавриата  
по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Профиль: Электроэнергетика

Форма обучения: заочная

Автор(ы): Семёнов А.С., к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой ЭиАПП, МПТИ(ф)СВФУ,  
[as.semenov@s-vfu.ru](mailto:as.semenov@s-vfu.ru)

<b>РЕКОМЕНДОВАНО</b>  Заведующий кафедрой разработчика __ЭиАПП__  Семёнов А.С./  протокол № 8 от «8»апреля 2023 г.	<b>ОДОБРЕНО</b>  Заведующий выпускающей кафедрой __ЭиАПП__  Семёнов А.С./  протокол № 8 от «8»апреля 2023 г.	<b>ПРОВЕРЕНО</b>  Нормоконтроль в составе ОП пройден Специалист УМО Титова Д.Я./  «24» апреля 2023 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОП  Председатель УМС Константинова Т.П./  протокол УМС №7 от «11» мая 2023 г.		Эксперт УМС  Ефремова В.А./  «11» мая 2023 г.

Мирный 2023 г.

**1. АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Б1.В.14 Техника высоких напряжений**

Трудоемкость 5\_з.е.

**1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины**

**Цель освоения:** формирование у студентов стройной и устойчивой системы знаний о фундаментальных закономерностях зажигания и развития электрических разрядов в диэлектрических средах, механизмах пробоя диэлектриков при воздействии сильных электрических полей, видах изоляции высоковольтного оборудования и методах контроля ее состояния, способах получения и измерения высоких напряжений, природе возникновения перенапряжений и способов защиты от них.

**Краткое содержание дисциплины:** Введение. Высоковольтная изоляция. Изоляция силовых кабелей. Виды современной изоляции. Защита изоляции электрооборудования от внутренних и грозовых перенапряжений.

**1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Планируемые результаты освоения программы (код и содержание компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ПК-1. Способен участвовать в проектировании и электрических станций и подстанций	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения ПК-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений ПК-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	<b>Знать:</b> физические процессы электрического пробоя в различных средах, принципы выполнения и испытания изоляции высокого напряжения; <b>Уметь:</b> применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода, оборудования электрических станций и подстанций, электроэнергетических систем и сетей, систем электроснабжения, элементов релейной защиты и автоматики; формировать законченное представление о принятых решениях и полученных	БРС

			<p>результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой</p> <p><b>Владеть:</b> навыками исследовательской работы; навыками проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; методами эксплуатации и испытаний изоляции высокого напряжения.</p>	
<p>Тип задач профессиональной деятельности: проектный</p>	<p>ПК-2. Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций</p>	<p>ПК-2.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций и подстанций</p> <p>ПК-2.2. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций</p> <p>ПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования</p>	<p><b>Знать:</b> Элементы изоляционных конструкций и регулирование электрического поля в них, причины возникновения перенапряжений и их параметры, способы ограничения амплитуды перенапряжений и защитные устройства, методы профилактических испытаний изоляции установок высокого напряжения</p> <p><b>Уметь:</b> провести профилактические испытания изоляции электротяговых устройств, оценить качественно и количественно воздействие перенапряжений на оборудование устройств электрической тяги, выбрать защитные</p>	<p>БРС</p>

			устройства и согласовать их характеристики с защищаемыми объектами <b>Владеть:</b> представление об особенностях волновых процессов в электрических цепях по движному составу и устройств электроснабжения	
--	--	--	---	--

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Код дисциплины	Название дисциплины	Семестр изучения	Коды и наименование учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной учебной дисциплины	для которых содержание данной дисциплины выступает опорой
Б1.В.14	Техника высоких напряжений	8	Б1.О.15 Физика Б1.В.07 Общая энергетика Б1.В.09 Переходные процессы Б1.В.13 Электроэнергетические системы и сети Б1.В.16 Электрические станции и подстанции	Б1.В.21 Основы расчета и проектирования электроснабжения предприятий Б2. Практики Б3. ГИА

### 1.4. Язык преподавания: [русский]

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Выписка из учебного плана:

Индекс и наименование дисциплины по учебному плану	<b>Б1.В.14 Техника высоких напряжений</b>	
Курс изучения	4	
Семестр(ы) изучения	8	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	ЗаО	
Курсовой проект/ курсовая работа (указать вид работы при наличии в учебном плане), семестр выполнения	-	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	5	
<b>Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:</b>	<b>180</b>	
<b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО <sup>1</sup> , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	14	
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	4	
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	4	
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	4	
- лабораторные работы		
- практикумы		
1.3. Контроль	6	
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	<b>158</b>	
<b>№3. Количество часов на экзамен (зачет с оценкой)</b>	<b>8</b>	

<sup>1</sup>Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 3.1. Распределение часов по темам и видам учебных занятий

Тема	Всего часов	Контактная работа, в часах								Часы СРС	
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ		КСР
Введение. Высоковольтная изоляция.		1		1						1	38
Изоляция силовых кабелей.		1		1						1	38
Виды современной изоляции.		1		1						2	39
Защита изоляции электрооборудования от внутренних и грозовых перенапряжений.		1		1						2	39
<b>Всего часов</b>		<b>4</b>		<b>4</b>						<b>6</b>	<b>158</b>

#### 3.2. Содержание тем программы дисциплины

##### Тема 1. Введение. Высоковольтная изоляция.

Содержание темы: Изоляция распределительных устройств высокого напряжения. Изоляция воздушных линий электропередачи.

##### Тема 2. Изоляция силовых кабелей

Содержание темы: Типы кабелей. Кабели со сшитым полиэтиленом.

##### Тема 3. Виды современной изоляции

Содержание темы: Элегазовая изоляция. Вакуумная изоляция. Изоляция силовых конденсаторов. Методы испытаний изоляции. Методы испытания электрической прочности изоляции.

##### Тема 4. Защита изоляции электрооборудования от внутренних и грозовых перенапряжений

Содержание темы: Виды внутренних перенапряжений. Способы ограничения перенапряжений

#### 3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

Учебным планом предусмотрены лекционные занятия – 28 ч, практические занятия - 28 часов.

При освоении дисциплины предлагается использовать следующие сочетания форм и методов учебной работы для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций:

Пассивная форма – реализация методом опросов, написания самостоятельных работ, контрольных работ и тестов.

Активная форма – реализация путем диалога, проведения проблемных лекций, консультаций, собеседований, слушаний рефератов.

Интерактивная форма – реализация путем проведения круглых столов, дискуссий, мозговых штурмов, анализа конкретных ситуаций, мастер-классов.

В процессе чтения лекций применяются презентации, содержащие различные виды информации: текстовую, звуковую, графическую, анимации.

Для закрепления и контроля знаний на практических занятиях производится разбор актуальных, практических задач с последующей выдачей индивидуальных заданий на выполнение расчетно-графических работ.

#### **4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<sup>2</sup> обучающихся по дисциплине Содержание СРС**

##### **Содержание СРС**

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Введение. Высоковольтная изоляция.	Изоляция воздушных линий электропередачи. Виды изоляции линий. Изоляционные конструкции и воздушные промежутки. Классификация изоляционных конструкций.	38	Контрольный тест по пройденным темам. Конспект
2	Изоляция силовых кабелей.	Особенности конструкции. Водный тренинг.	38	Контрольный тест по пройденным темам. Конспект
3	Виды современной изоляции.	Виды современной изоляции	39	Контрольный тест по пройденным темам. Конспект
4	Защита изоляции электрооборудования от внутренних и грозовых перенапряжений.	Адаптация бакалавра в современных условиях. Перспективные направления в технике высоких напряжений. Дальнейшее совершенствование знаний по дисциплине.	39	Контрольный тест по пройденным темам. Конспект
	Всего часов		<b>158</b>	

#### **5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Руководящими документами для заочника при изучении дисциплины служат учебная программа, методические указания преподавателя для выполнения контрольной работы,

<sup>2</sup> Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

составленные с таким расчетом, чтобы помочь студентам организовать самостоятельную работу и облегчить усвоение дисциплины.

Промежуточной аттестацией по дисциплине является зачет с оценкой.

### Рейтинговый регламент по дисциплине:

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие мероприятия)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
Конспект лекций	5	20
Расчетно-графическая работа №1	10	20
Расчетно-графическая работа №2	10	20
Контрольный тест №1	15	20
Контрольный тест №2	15	20
<b>Количество баллов для получения ЗаО (min-max)</b>	<b>55</b>	<b>100</b>

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Шкалы оценивания уровня сформированности компетенций/элементов компетенций		
			Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ПК-1. Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения ПК-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений ПК-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	<b>Знать:</b> физические процессы электрического пробоя в различных средах, принципы выполнения и испытания изоляции высокого напряжения; <b>Уметь:</b> применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода, оборудования электрических станций и подстанций, электроэнергетических систем и сетей, систем электроснабжения, элементов релейной	Высокий	ответ полный и правильный на основании изученных теорий; материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком; ответ самостоятельный	Зачтено (отлично)
			Базовый	ответ достаточно полный и правильный на основании изученных материалов; материал изложен в определенной логической последовательности	Зачтено (хорошо)



		защиты и автоматике; формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой <b>Владеть:</b> навыками исследовательской работы; навыками проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; методами эксплуатации и испытаний изоляции высокого напряжения.		сти, при этом допущены две-три несущественные ошибки	
			Минимальный	имеются достаточно существенные замечания и недостатки по отчету, требующие значительных затрат времени на исправление; умение (навык) сформировано на минимально допустимом уровне.	Зачтено (удовлетворительно)
			Не освоены	имеются многочисленные существенные замечания и недостатки, которые не могут быть исправлены; умение (навык) не сформирован.	Не зачтено
ПК-2. Способен участвовать в эксплуатации и электрических станций и подстанций	ПК-2.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций ПК-2.2. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций ПК-2.3. Демонстрирует	<b>Знать:</b> Элементы изоляционных конструкций и регулирование электрического поля в них, причины возникновения перенапряжений и их параметры, способы ограничения амплитуды перенапряжений и защитные устройства, методы профилактических испытаний изоляции установок высокого	Высокий	ответ полный и правильный на основании изученных теорий; материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком; ответ самостоятельный	Зачтено (отлично)
			Базовый	ответ достаточно полный и правильный на основании изученных материалов;	Зачтено (хорошо)

	понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования	напряжения <b>Уметь:</b> провести профилактические испытания изоляции электротяговых устройств, оценить качественно и количественно воздействие перенапряжений на оборудование устройств электрической тяги, выбрать защитные устройства и согласовать их характеристики с защищаемыми объектами <b>Владеть:</b> представление об особенностях волновых процессов в электрических цепях по движному составу и устройств электроснабжения		материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три несущественные ошибки	
			Минимальный	имеются достаточно существенные замечания и недостатки по отчету, требующие значительных затрат времени на исправление; умение (навык) сформировано на минимально допустимом уровне.	Зачтено (удовлетворительно)
			Не освоены	имеются многочисленные существенные замечания и недостатки, которые не могут быть исправлены; умение (навык) не сформирован.	Не зачтено

## 6.2. Примерные контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Коды оцениваемых компетенций	Оцениваемый показатель (ЗУВ)	Тема (темы)	Образец типового (тестового или практического) задания (вопроса)
ПК-1. Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	<b>Знать:</b> физические процессы электрического пробоя в различных средах, принципы выполнения и испытания изоляции высокого напряжения; <b>Уметь:</b> применять, эксплуатировать и производить выбор	Введение. Высоковольтная изоляция. Изоляция силовых кабелей.	1. Частичные разряды в изоляции ЭМ: скользящие разряды, коронный разряд. 2. Напряженность электрического поля внутри изоляции ЭМ. 3. Испытательное напряжение. 4. Виды изоляции линий. 5. Изоляционные

	<p>электрических аппаратов, машин, электрического привода, оборудования электрических станций и подстанций, электроэнергетических систем и сетей, систем электроснабжения, элементов релейной защиты и автоматики; формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой</p> <p><b>Владеть:</b> навыками исследовательской работы; навыками проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; методами эксплуатации и испытаний изоляции высокого напряжения.</p>		<p>конструкции и воздушные промежутки.</p> <p>6. Классификация изоляционных конструкций.</p> <p>7. Виды электрической изоляции оборудования высокого напряжения.</p> <p>8. Изоляция электрооборудования станций и подстанций, открытых и закрытых распределительных устройств.</p> <p>9. Конструктивное выполнение распределительных устройств.</p> <p>10. Изоляция электрических машин (ЭМ). Виды изоляции ЭМ.</p> <p>11. Применение изоляции в основных типах ЭМ.</p> <p>12. Электроизоляционные материалы ЭМ.</p> <p>13. Частичные разряды в изоляции ЭМ: скользящие разряды, коронный разряд.</p> <p>14. Напряженность электрического поля внутри изоляции ЭМ.</p> <p>15. Испытательное напряжение.</p> <p>16. Внешняя и внутренняя изоляция.</p> <p>17. Частичные разряды.</p>
<p>ПК-2. Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций</p>	<p><b>Знать:</b> Элементы изоляционных конструкций и регулирование электрического поля в них, причины возникновения перенапряжений и их параметры, способы ограничения амплитуды перенапряжений и защитные устройства,</p>	<p>Виды современной изоляции. Защита изоляции электрооборудования от внутренних и грозовых перенапряжений.</p>	<p>18. Электрическая прочность маслобарьерной изоляции.</p> <p>19. Особенности конструкций силовых трансформаторов.</p> <p>20. Распределение импульсного напряжения по обмотке при грозовых перенапряжениях.</p> <p>21. Сухие трансформаторы.</p> <p>22. Изоляция силовых конденсаторов.</p> <p>23. Кабели с вязкой пропиткой.</p> <p>24. Маслонаполненные</p>

	<p>методы профилактических испытаний изоляции установок высокого напряжения</p> <p><b>Уметь:</b> провести профилактические испытания изоляции электротяговых устройств, оценить качественно и количественно воздействие перенапряжений на оборудование устройств электрической тяги, выбрать защитные устройства и согласовать их характеристики с защищаемыми объектами</p> <p><b>Владеть:</b> представление об особенностях волновых процессов в электрических цепях подвижного состава и устройств электроснабжения</p>		<p>кабели.</p> <p>25. Кабели в стальных трубах с маслом или газом под давлением.</p> <p>26. Кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией.</p> <p>27. Кабельные муфты</p> <p>28. Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Особенности конструкции.</p> <p>29. Водный триинг.</p> <p>30. Элегазовая изоляция. Особенности разряда в элегазе.</p> <p>31. Элегазовые выключатели.</p> <p>32. Элегазовые комплектные распределительные герметичные устройства (КРУЭ).</p> <p>33. Вакуумная изоляция.</p> <p>34. Разрядные напряжения.</p> <p>35. Вакуумные выключатели. Достоинства вакуумного выключателя.</p>
--	--	--	--

Вопросы для самопроверки:

1. Частичные разряды в изоляции ЭМ: скользящие разряды, коронный разряд.
2. Напряженность электрического поля внутри изоляции ЭМ.
3. Испытательное напряжение.
4. Виды изоляции линий.
5. Изоляционные конструкции и воздушные промежутки.
6. Классификация изоляционных конструкций.
7. Виды электрической изоляции оборудования высокого напряжения.
8. Изоляция электрооборудования станций и подстанций, открытых и закрытых распределительных устройств.
9. Конструктивное выполнение распределительных устройств.
10. Изоляция электрических машин (ЭМ). Виды изоляции ЭМ.
11. Применение изоляции в основных типах ЭМ.
- 11
12. Электроизоляционные материалы ЭМ.
13. Частичные разряды в изоляции ЭМ: скользящие разряды, коронный разряд.
14. Напряженность электрического поля внутри изоляции ЭМ.
15. Испытательное напряжение.

16. Внешняя и внутренняя изоляция.
17. Частичные разряды.
18. Электрическая прочность маслобарьерной изоляции.
19. Особенности конструкций силовых трансформаторов.
20. Распределение импульсного напряжения по обмотке при грозовых перенапряжениях.
21. Сухие трансформаторы.
22. Изоляция силовых конденсаторов.
23. Кабели с вязкой пропиткой.
24. Маслонаполненные кабели.
25. Кабели в стальных трубах с маслом или газом под давлением.
26. Кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией.
27. Кабельные муфты
28. Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена.  
Особенности конструкции.
29. Водный триинг.
30. Элегазовая изоляция. Особенности разряда в элегазе.
31. Элегазовые выключатели.
32. Элегазовые комплектные распределительные герметичные устройства (КРУЭ).
33. Вакуумная изоляция.
34. Разрядные напряжения.
35. Вакуумные выключатели. Достоинства вакуумного выключателя.
36. Отключение токов.
37. Процессы в многослойной изоляции.
38. Миграционная поляризация.
39. Кривая возвратного напряжения.
40. Сопротивление изоляции.
41. Зависимость емкости изоляции от частоты.
42. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь  $\text{tg } \delta$ . Измерения  $\text{tg } \delta$ .
43. Контроль сопротивления изоляции.
44. Контроль емкости изоляции.
45. Хроматографический анализ масла.
46. Контроль диэлектрических потерь в изоляции. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь  $\text{tg } \delta$ . Измерения  $\text{tg } \delta$ .
47. Частичные разряды.
48. Контроль изоляции по параметрам частичных разрядов.
49. Измерения параметров частичных разрядов.
50. Методы испытания электрической прочности изоляции.
- 12
51. Испытания изоляции коммутационными импульсами напряжения или напряжением промышленной частоты.
52. Испытания изоляции грозовыми импульсами.
53. Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов.
54. Восстановление напряжения при отключении коротких замыканий.
55. Перенапряжения при включении длинных линий.
56. Перенапряжения при рассогласовании фаз.
57. Перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов.
58. Перенапряжения при отключении асинхронных двигателей.

59. Перенапряжения при отключении емкостных токов.
60. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в системах с изолированной нейтралью.
61. Феррорезонансные перенапряжения.
62. Защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений.
63. Коммутационный разрядник.
64. Высокочастотные ограничители перенапряжений.
65. Шунтирующие реакторы с искровым подключением.
66. Защита от прямых ударов молнии.
67. Защита от обратных перекрытий.
68. Защита от волн, набегающих с линии электропередачи.
69. Защита подходов линии к подстанции.
70. Молниезащита электрических машин высокого напряжения.
71. Молниезащита воздушных линий.
72. Экологические аспекты электроустановок высокого напряжения.

#### Контрольная работа

##### Типовой вариант задания на контрольную работу

Задание 1. Рассчитать зону защиты четырех молниеотводов 1, 2, 3 и 4, защищающих оборудование ОРУ-110 кВ (рис. 4.4). Расстояния между молниеотводами  $L$ , высоты молниеотводов  $h$ , высота защищаемого объекта  $h_x$  и коэффициент надежности защиты.

##### Типовой тест промежуточной аттестации

1. Почему дуговые перенапряжения весьма опасны для изоляции?
  - a. Возможны большие разрушения из-за длительного действия электрической дуги
  - b. Возникают большие токи замыкания на землю
  - c. Перенапряжения достигают значений до (3-5)  $U_{ф}$
  - d. Перенапряжения представляют опасность для оборудования близлежащих сетей
  
2. Какие применяют источники испытательных напряжений?
  - a. Каскадные испытательные трансформаторы
  - b. Генераторы импульсных напряжений
  - c. Генераторы импульсных токов
  - d. Испытательные трансформаторы промышленной частоты
  
3. Какой контроль изоляции проводится под рабочим напряжением?
  - a. Измерение распределения напряжения по элементам гирлянды изоляторов
  - b. Контроль состояния изоляторов с помощью тепловизоров
  - c. Измерение ЧР
  - d. Измерение  $tg\delta$
  
4. Для каких электрических полей характерен коронный разряд?
  - a. Слабооднородных
  - b. Однородных
  - c. Резконеоднородных
  - d. Квазиоднородных
  
5. Чем объяснить высокую отключающую способность вакуумных выключателей?
  - a. Способностью быстро восстанавливать свою электрическую прочность
  - b. Возникновение разряда в них определяется практически только процессами на электродах и в значительной степени материалом и конфигурацией контактов

- c. Давление газа на межэлектродном расстоянии дугогасительного устройства весьма мало и лежит в пределах 0,01—0,2 кПа•см
- d. Электропроводность вакуума очень мала

6. Какие значения установившейся составляющей внутренних перенапряжений  $U(1)$  уст при однофазном к.з. или однофазном замыкании на землю в зависимости от рабочего заземления нейтрали сети?

- a. При компенсированной нейтрали  $U(1)_{уст} = 1,6 Uф$
- b. При изолированной нейтрали  $U(1)_{уст} = 1,73 Uф$
- c. При эффективном заземлении нейтрали  $U(1)_{уст} = 1,4 Uф$
- d. При глухозаземленной нейтрали  $U(1)_{уст} = (1,05-1,1) Uф$

7. Назовите физические свойства элегаза

- a. Нетоксичен и не воспламеняется
- b. Низкая звукопроводность
- c. Плотность выше плотности воздуха
- d. Без цвета и запаха

8. Каковы испытательные напряжения промышленной частоты силовых кабелей?

- a.  $U_{ном} = 10$  кВ  $U_{исп} = 30$  кВ
- b.  $U_{ном} = 6$  кВ  $U_{исп} = 16$  кВ
- c.  $U_{ном} = 10$  кВ  $U_{исп} = 25$  кВ
- d.  $U_{ном} = 6$  кВ  $U_{исп} = 20$  кВ

9. Чем можно обеспечить молниезащиту электрических машин?

- a. Подключением к шинам конденсаторов
- b. ОПН и вентильными разрядниками
- c. Кабельными вставками и реакторами
- d. Молниезащита линий на подходе к электрической машине

10. Какие могут быть токи молнии и крутизна токов молнии?

- a. До 200 кА
- b. До 30 кА/мкс
- c. До 50 кА/мкс
- d. До 100 кА

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний производится на основе баллов БРС текущего контроля (максимум 100 баллов).

Практические занятия и контрольная работа по дисциплине – это работа, которая выполняется студентом и является совокупностью полученных результатов самостоятельного исследования теоретических положений и отработки практических навыков в период изучения дисциплины в структурных подразделениях университета.

В ходе изучения дисциплины в структурных подразделениях университета и самостоятельной работы, независимо от места ее проведения, каждый студент ведет рабочую тетрадь, в которой ведется запись заданий и полученных результатов самостоятельного исследования теоретических положений. В конце практического занятия рабочая тетрадь подписывается преподавателем.

Зачет с оценкой проводится в устной форме. На подготовку дается 30 мин. Оценка «отлично, хорошо и удовлетворительно» ставится, если студент ответил на все вопросы, понял суть предмета.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины<sup>3</sup>**

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	НБ СВФУ, кафедральная библиотека и кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)
<b>Основная литература<sup>4</sup></b>				
1	Важов В.Ф. Техника высоких напряжений учебник М.: ИнФРА-М, 2018	УМО	6	
2	Бочаров, Ю.Н. Техника высоких напряжений учебное пособие Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2013	УМО	17	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=363032">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=363032</a>
<b>Дополнительная литература</b>				
1	Щеглов, Н. В. Электрооборудование высокого напряжения и его эксплуатация учебное пособие Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017		17	<a href="http://www.iprbookshop.ru/91498.html">http://www.iprb ookshop.ru/91498.html</a>
	Титков, В. В. Физические основы техники высоких напряжений, сильных магнитных полей и токов учебное пособие СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2011		17	<a href="http://www.iprbookshop.ru/43983.html">http://www.iprb ookshop.ru/43983.html</a>

<sup>3</sup> Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

<sup>4</sup> Рекомендуется указывать не более 3-5 источников (с грифами).



## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины**

- Elibrary.ru – Научная электронная библиотека.
- <http://portal.tpu.ru/SHARED/v/VAZHOV/mm/HS/Tab/TVNbac.pdf>

## **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд.№ 402)

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

Стенд "Электрические машины и электропривод ЭМП1-Н-К" (1 шт.); Стенд "Модель одномашиной электрической системы с релейной защитой ЭЭ-2-Б-Н-К" (1 шт.); Шкаф металлический (2 шт.); Парта (3 шт.); Стол (6 шт.); Стул (11 шт.); ЖК панель (1 шт.)

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

### **10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине<sup>5</sup>**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование специализированных и офисных программ, информационных систем;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

### **10.2. Перечень программного обеспечения**

1. Договор 0101254 от 02.02.2021г. Об оказании услуг связи с ООО "Масс-Нэт" на 1 год с пролонгацией.
2. Договор 2645748 от 18.04.2023г. по СОПРОВОЖДЕНИЮ ЭЛЕКТРОННОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО СПРАВОЧНИКА «СИСТЕМА ГАРАНТ» ДЛЯ НУЖД МПТИ (Ф) СВФУ Г.МИРНЫЙ ООО "Айтек Гарант" на 1 год.
3. Договор 2652674 от 02.03.2023 Лицензия Kaspersky Endpoint Security для бизнеса на 2 года с ООО "МастерСофт-ИТ"
4. Договор 2794988 от 13.07.2023г. Лицензия на право установки и использования операционной системы специального назначения «Astra Linux Special Edition» с ИП Иванов Айсен Александрович. Бессрочно.

<sup>5</sup>В перечне могут быть указаны такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет), виртуальных лабораторий, практикумов), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, баз данных, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, форумов, Интернет-групп, скайп, чаты, видеоконференцсвязь, компьютерное тестирование, дистанционные занятия (олимпиады, конференции), вебинар (семинар, организованный через Интернет), подготовка проектов с использованием электронного офиса или оболочки) и т.п.

