

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»
в г. Апатиты

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.04 Испытательные и электрофизические установки

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

основной профессиональной образовательной программы
по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
направленность (профиль) «Высоковольтные электроэнергетика и
электротехника»

(код и наименование направления подготовки
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

высшее образование – бакалавриат

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

бакалавр

квалификация

очная

форма обучения

2019

год набора

Составитель:

Данилин А.Н., канд. техн. наук, доцент
кафедры физики, биологии и
инженерных технологий

Утверждено на заседании кафедры физики,
биологии и инженерных технологий
(протокол № 9 от 30 мая 2019 г.)

Зав. кафедрой



подпись

Николаев В.Г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) – Целью изучения дисциплины является инженерная подготовка студентов в области испытаний изоляции оборудования высокого напряжения, методов получения высоких напряжений и больших токов в электрофизических установках. Большое внимание уделяется физическим процессам, протекающим в установках, а также нормативным требованиям к изменению во времени амплитуд генерируемых напряжений и токов.

В результате освоения курса дисциплины обучающиеся должны:

знать методы проведения типовых испытаний высоковольтного оборудования и аппаратов электроэнергетики и уметь пользоваться нормативными документами по проведению испытаний;

знать схемы, устройства и параметры различных типов испытательных и электрофизических установок высокого напряжения и их основные конструктивные элементы;

знать предельно достижимые параметры генераторов высокого напряжения и различных типов накопителей энергии - источников больших импульсных токов;

уметь составлять схемы замещения генераторов напряжения и тока, рассчитывать параметры схем замещения разрядных цепей, согласовывать параметры установок и нагрузок;

владеть теоретическими и практическими способами метрологического сопровождения проведения высоковольтных испытаний и электрофизических исследований процессов, связанных с большими энергиями;

владеть навыками эксплуатации и обслуживания высоковольтных электрофизических и испытательных установок.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- Способен вести инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту электроэнергетического оборудования (ПК-1);
- Способен определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-3).

3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

«Испытательные и электрофизические установки» является дисциплиной по выбору. Содержание дисциплины включает изучение схем испытательных установок высокого напряжения, принципа их работы, изучение способов измерения напряжений и токов при высоком напряжении.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часов.
(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
4	7	6	216	32	-	16	48		168		36	Экзамен
Итого:		6	216	32	-	16	48		168	-	36	Экзамен

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС
		ЛК	ПР	ЛБ			
1.	Высоковольтные испытания изоляционных конструкций.	-	-	2	2	-	10
2.	Высоковольтные испытательные установки промышленной частоты.	2	-	2	4	2	10
3.	Установки выпрямленного напряжения.	-	-	2	2	-	10
4.	Генераторы импульсов высокого напряжения.	2	-	2	4	2	10
5.	Генераторы коммутационных перенапряжений.	-	-	2	2	-	10
6.	Высокочастотные резонансные трансформаторы.	2	-	2	4	2	10
7.	Высоковольтные импульсные трансформаторы.	-	-	2	2	-	10
8.	Высоковольтные импульсные конденсаторы.	2	-	2	4	2	10
9.	Генераторы импульсных токов.	-	-	2	2	-	10
10.	Генераторы мощных наносекундных импульсов.	2	-	2	4	2	10
11.	Электромагнитная совместимости при эксплуатации высоковольтных испытательных и электрофизических	2	-	4	6	2	10

	установок.						
12.	Измерение высоких напряжений.	2	-	4	6	2	5
13.	Измерения импульсных токов.	-	-	2	2	-	7
14.	Цифровая техника для проведения высоковольтных измерений.	2	-	2	4	2	10
	Итого:	16	-	32	48	16	132
	Экзамен						36

Содержание курса «Испытательные и электрофизические установки»

1. Высоковольтные испытания изоляционных конструкций.

Обзор задач и методов высоковольтных испытаний. Поисковые, контрольные, профилактические и послеремонтные испытания. Методы испытаний. Нормы и установки для испытаний электрической прочности изоляции. Электрическая прочность изоляционных конструкций. Статистические характеристики электрической прочности изоляции. Оценка электрической прочности многоэлементных изоляционных конструкций. Методики определения вероятности пробоя или перекрытия изоляционных конструкций.

2. Высоковольтные испытательные установки промышленной частоты.

Требования к качеству испытательных напряжений. Испытательные установки промышленной частоты. Структура и принятые схемы испытательных установок. Высоковольтные испытательные трансформаторы. Схемы замещения испытательных трансформаторов. Схемы включения испытательных трансформаторов. Каскадные испытательные трансформаторы. Регуляторы напряжения испытательных установок.

3. Установки выпрямленного напряжения. Основные соотношения и К.П.Д. установок выпрямленного напряжения. Основные схемы выпрямителей. Многофазные выпрямители. Уровень пульсаций выпрямительных установок. Схемы умножения выпрямленного напряжения. Каскадные генераторы выпрямленного тока. Схемы зарядного удвоенного напряжения. Параметры и конструкции каскадных генераторов. Электростатические генераторы выпрямленного напряжения.

4. Генераторы импульсов высокого напряжения. Генераторы импульсных напряжений. Стандартные формы испытательных импульсов высокого напряжения. Принцип работы генераторов импульсного напряжения (ГИН) Аркадьева-Маркса. Заряд конденсаторов ГИН. Схемы замещения при разряде ГИН. Упрощенная разрядная цепь ГИН и расчет ее параметров. Инвертирование импульсов ГИН. Управляемая коммутация ГИН. Конструкции и параметры ГИН.

5. Генераторы коммутационных перенапряжений. Формы и параметры импульсов коммутационных перенапряжений. Схемы генерирования импульсов напряжения колебательной формы. Комбинированные и каскадные генераторы коммутационных напряжений, принцип работы, параметры. Схемы и принцип работ генераторов типа ГАКИН.

6. Высокочастотные резонансные трансформаторы. Измерительные трансформаторы. Трансформаторы Тесла, схема, основные уравнения. Коэффициент связи, критические режимы работы трансформаторов Тесла. Конструкции и параметры испытательных установок на основе трансформатора Тесла.

7. Высоковольтные импульсные трансформаторы. Назначение и области применения импульсных трансформаторов. Основные уравнения импульсных трансформаторов со стальным сердечником. Эквивалентная схема импульсного трансформатора при формировании фронта и вершины импульса. Электромагнитные процессы в сердечнике импульсного трансформатора, потери в обмотках и сердечнике. Режимы включения импульсного трансформатора, согласование с нагрузкой. Конструкции высоковольтных импульсных трансформаторов.

8. Высоковольтные импульсные конденсаторы. Специальные требования к высоковольтным импульсным конденсаторам. Изоляция импульсных конденсаторов. Нарушения изоляции, частичные разряды. Индуктивность импульсных конденсаторов и методы ее снижения. Потери энергии в импульсных конденсаторах. Типы импульсных конденсаторов и их конструкции.

9. Генераторы импульсных токов. Генераторы импульсных испытательных токов. Назначение генераторов импульсных токов (ГИТ). Принципиальная схема генераторов больших импульсных токов. Эквивалентные схемы ГИТ. Схемные и технические методы снижения индуктивности ГИТ. Потери энергии в ГИТ. Схемы ГИТ с замыкателем нагрузки (кроуборы). Генераторы мощных наносекундных импульсов.

10. Генераторы мощных наносекундных импульсов.

11. Электромагнитная совместимость при эксплуатации высоковольтных испытательных и электрофизических установок. Источники помех при проведении испытаний и исследований на высоковольтных установках. Выполнение разрядных контуров. Особенности выполнения измерительных схем. Согласование нагрузки, делителей и линий задержки. Принципы подавления высокочастотных полей высоковольтных импульсных генераторов на измерительные системы. Способы экранирования и заземления. Способы защиты от наводок, вызываемых сетью 50 Гц. Режекторные фильтры.

12. Измерение высоких напряжений. Принятые способы измерений на низких напряжениях. Источники постоянных высоких напряжений. Измерение высоких напряжений. Осциллографирование быстро изменяющихся высоких напряжений и больших токов. Шаровые измерительные разрядники. Измерения высоких напряжений стрелочными и цифровыми приборами с добавочными резисторами. Измерительные конденсаторы. Делители напряжения: резистивные, емкостные и комбинированные. Демпфирование делителей напряжения. Конструкции делителей.

13. Измерения импульсных токов. Измерение импульсных токов. Требования к измерительным шунтам. Коаксиальные и мостовые шунты. Выбор и конструкции шунтов. Мостовые шунты. Трансформаторы тока на основе поясов Роговского.

14. Цифровая техника для проведения высоковольтных измерений. Блок-схемы устройств преобразования импульсных аналоговых сигналов в цифровой. Применение помехоустойчивых оптико-волоконных линий в высоковольтных измерениях. Датчики и измерительные приборы на основе эффекта Холла. Нетрадиционные измерения высоких напряжений.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

а) основная литература:

1. Лысаков А. А. Электротехнология: курс лекций: учебное пособие - Ставропольский государственный аграрный университет, 2013, 124 с. -- [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=277459

2. Приборы физической электроники. Учеб. пособие для студентов вузов./ под ред. А.И. Астайкина. - М.: Высшая школа, 2008 (11 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Бочаров Ю. Н. Техника высоких напряжений: учебное пособие - Издательство Политехнического университета, 2013, 265 с. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=363032

2. Головков А.А. и др. Генераторы высоких и сверхвысоких частот. Учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов. - М.: Изд-во "Высшая школа", 2003 (8 экз.)

3. Титков В. В. Физические основы техники высоких напряжений, сильных магнитных полей и токов: учебное пособие - Издательство Политехнического университета, 2011, 185 с. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=362996

4. Карпова И. М. Компьютерные технологии в науке и производстве: Расчет физических полей в электроэнергетике: учебное пособие - Издательство Политехнического университета, 2010, 212 с.- [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=362979

5. Привалов Е. Е. Электробезопасность. В 3-х ч. Ч. 3. Защита от напряжения прикосновения и шага: учебное пособие - Агрус, 2013, 156 с. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=232924

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия; обеспечивающие тематические иллюстрации);

- помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);

- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными материалами для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники);

- лаборатория информационных технологий (оснащена компьютерными столами, стульями, мультимедийным проектором, экраном проекционным, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета).

7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office / LibreOffice.

7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ

ЭБС «Издательство Лань»[Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;

ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;

ЭБС «Университетская библиотека онлайн»[Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

7.3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

1. Электронная база данных Scopus.

7.4 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс
<http://www.consultant.ru/>
2. Электронный справочник "Информιο" для высших учебных заведений
<http://www.informio.ru/>

8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ

Не предусмотрено.

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.

**Приложение 1 к РПД Испытательные и электрофизические установки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) – Высоковольтные
электроэнергетика и электротехника
Форма обучения – очная
Год набора - 2019**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
3.	Направленность (профиль)	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника
4.	Дисциплина (модуль)	Испытательные и электрофизические установки
5.	Форма обучения	Очная
6.	Год набора	2019

1. Методические рекомендации.

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и лабораторные / семинарские занятия.

1.1. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа

или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

1.2. Методические рекомендации по подготовке к семинарским (практическим занятиям)

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам. В целях контроля

подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе семинарских занятий может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

При подготовке к семинару студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

1.3. Методические рекомендации по работе с литературой.

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано

указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

1.4. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, обучающийся ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене обучающийся демонстрирует то, что он приобрел в процессе изучения дисциплины.

В условиях применяемой в МАГУ балльно-рейтинговой системы подготовка к экзамену включает в себя самостоятельную и аудиторную работу обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену по разделам и темам дисциплины.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать не только материалы лекций, а и рекомендованные преподавателем основную и дополнительную литературу.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

1.5. Методические рекомендации по подготовке доклада

Алгоритм создания доклада:

1 этап – определение темы доклада

- 2 этап – определение цели доклада
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

1.6. Методические рекомендации по составлению глоссария

1. Внимательно прочитайте и ознакомьтесь с текстом. Вы встретите в нем много различных терминов, которые имеются по данной теме.

2. После того, как вы определили наиболее часто встречающиеся термины, вы должны составить из них список. Слова в этом списке должны быть расположены в строго алфавитном порядке, так как глоссарий представляет собой не что иное, как словарь специализированных терминов.

3. После этого начинается работа по составлению статей глоссария. Статья глоссария - это определение термина. Она состоит из двух частей: 1. точная формулировка термина в именительном падеже; 2. содержательная часть, объемно раскрывающая смысл данного термина.

При составлении глоссария важно придерживаться следующих правил:

- стремитесь к максимальной точности и достоверности информации;
- старайтесь указывать корректные научные термины и избегать всякого рода жаргонизмов. В случае употребления такового, дайте ему краткое и понятное пояснение;
- излагая несколько точек зрения в статье по поводу спорного вопроса, не принимайте ни одну из указанных позиций. Глоссарий - это всего лишь констатация имеющихся фактов;
- также не забывайте приводить в пример контекст, в котором может употребляться данный термин;
- при желании в глоссарий можно включить не только отдельные слова и термины, но и целые фразы.

1.7 Рекомендации по составлению опорного конспекта

Опорный конспект – это развернутый план ответа на теоретический вопрос. Правильно составленный опорный конспект должен содержать все то, что в процессе ответа будет устно обозначено. Это могут быть схемы, графики, таблицы.

Основные требования к содержанию опорного конспекта: полнота (в нем должно быть отражено все содержание вопроса) и логически обоснованная последовательность изложения.

Основные требования к форме записи опорного конспекта:

1) Лаконичность.

Опорный конспект должен быть минимальным, чтобы его можно было воспроизвести за 6 – 8 минут. По объему он должен составлять примерно один полный лист.

2) Структурность.

Весь материал должен располагаться малыми логическими блоками, т.е. должен содержать несколько отдельных пунктов, обозначенных номерами или строчными пробелами.

3) Акцентирование.

Для лучшего запоминания основного смысла опорного конспекта, главную идею выделяют рамками различных цветов, различным шрифтом, различным расположением слов (по вертикали, по диагонали).

4) Унификация.

При составлении опорного конспекта используются определённые аббревиатуры и условные знаки, часто повторяющиеся в курсе данного предмета.

5) Автономия.

Каждый малый блок (абзац), наряду с логической связью с остальными, должен выражать законченную мысль, должен быть аккуратно оформлен (иметь привлекательный вид).

6) Оригинальность.

Опорный конспект должен быть оригинален по форме, структуре, графическому исполнению, благодаря чему, он лучше сохраняется в памяти. Он должен быть наглядным и понятным.

7) Взаимосвязь.

Текст опорного конспекта должен быть взаимосвязан с текстом учебника, что также влияет на усвоение материала.

Примерный порядок составления опорного конспекта

- 1) Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.
- 2) Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.
- 3) Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.
- 4) Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.
- 5) Составление опорного конспекта.

Лабораторные работы проводятся на основе имеющихся на кафедре «Физики, биологии и инженерных технологий» методических указаний, вопросы для допуска к выполнению лабораторных работ, которые одновременно являются вопросами самоконтроля присутствуют в данных указаниях. В связи с этим, литература и вопросы для самоконтроля к лабораторным работам в РПД дисциплины не приводятся.

Лабораторные работы:

- Занятие 1.** Практика эксплуатации испытательных установок промышленной частоты и регуляторов напряжения.
- Занятие 2.** Практика эксплуатации установок выпрямленного напряжения.
- Занятие 3.** Практика эксплуатации каскадных установок выпрямленного напряжения.
- Занятие 4.** Исследование работы ГИН.
- Занятие 5.** Исследование работы генератора коммутационных перенапряжений.
- Занятие 6.** Исследование работы ГИТБ.
- Занятие 7.** Исследование работы высокочастотного резонансного трансформатора.
- Занятие 8.** Исследование работы импульсного трансформатора.
- Занятие 9.** Практическая работа по изучению способов защиты генераторного и измерительного оборудования лаборатории от наведенных помех.
- Занятие 10.** Практика измерений импульсных и квазистационарных высоких напряжений.
- Занятие 11.** Практика эксплуатации цифровой техники в высоковольтных измерениях.

Содержание самостоятельной работы студентов

Текущая самостоятельная работа студента, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений, осуществляется при проработке материалов лекций и соответствующей литературы, подготовке к рубежному и итоговому контролю, подготовке к выполнению лабораторных работ, их выполнению и написанию отчетов.

Для улучшения качества и эффективности самостоятельной работы студентов предлагаются учебное пособие, методические указания к лабораторным работам, списки основной и дополнительной литературы.

Текущая самостоятельная работа заключается в:

- работе студентов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме;
- подготовке к лабораторным работам;
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- изучении теоретического материала к лабораторным занятиям;
- подготовке к экзамену.

Требования к выполнению лабораторных работ

1. Перед началом работы студенты обязаны ознакомиться с ее описанием, с дополнительными инструкциями по технике безопасности.
2. Отчет по лабораторной работе должен содержать цель работы, схему испытаний, результаты измерений в виде графиков и таблиц, выводы с анализом и объяснением результатов. Желательно компьютерное оформление отчета.
3. На первом занятии в лаборатории кафедры студенты проходят инструктаж по правилам техники безопасности при выполнении лабораторных работ и расписываются в соответствующем журнале.
4. Студентам запрещается без сопровождения преподавателя входить в ячейку, производить переключения на испытательной установке.

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

В дополнение к основной программе студентам необходимо самостоятельно ознакомиться с особенностями построения систем управления, сбора и регистрации измерительной информации современных установок управляемого термоядерного синтеза (ITER, JET, JT-60U, EAST и др.) по заданию преподавателя.

Результаты самостоятельной работы оформляются в виде рефератов и выступлений на лекциях с презентациями проведенных исследований.

Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Формы контроля со стороны преподавателя включают:

- контрольные работы по результатам изучения каждого раздела курса;
- лабораторные занятия;
- экзамен.

Приложение 2 к РПД Испытательные и электрофизические установки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) – Высоковольтные
электроэнергетика и электротехника
Форма обучения – очная
Год набора - 2019

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

1. Общие сведения

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
3.	Направленность (профиль)	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника
4.	Дисциплина (модуль)	Испытательные и электрофизические установки
5.	Форма обучения	Очная
6.	Год набора	2019

2. Перечень компетенций

- Способен вести инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту электроэнергетического оборудования (ПК-1);
- Способен определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-3).

1. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируема я компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
Высоковольтные испытания изоляционных конструкций.	ПК-1 ПК-3	методы проведения типовых испытаний высоковольтного оборудования и аппаратов электроэнергетики и уметь пользоваться нормативными документами по проведению испытаний	составлять схемы замещения генераторов напряжения и тока, рассчитывать параметры схем замещения разрядных цепей, согласовывать параметры установок и нагрузок	теоретическими и практическими способами метрологического сопровождения проведения высоковольтных испытаний и электрофизических исследований процессов, связанных с большими энергиями	
Высоковольтные испытательные установки промышленной частоты.	ПК-1	схемы, устройства и параметры различных типов испытательных и электрофизических установок высокого напряжения и их основные конструктивные элементы		теоретическими и практическими способами метрологического сопровождения проведения высоковольтных испытаний и электрофизических исследований процессов, связанных с большими энергиями	Защита лабораторной работы
Установки выпрямленного напряжения.	ПК-3	методы проведения типовых испытаний высоковольтного оборудования и аппаратов электроэнергетики и уметь пользоваться нормативными документами по проведению испытаний		навыками эксплуатации и обслуживания высоковольтных электрофизических и испытательных установок	
Генераторы импульсов высокого напряжения.	ПК-1	предельно достижимые параметры генераторов высокого напряжения и			Защита лабораторной работы

		различных типов накопителей энергии - источников больших импульсных токов			
Генераторы перенапряжений.	коммутационных	ПК-3 предельно достижимые параметры генераторов высокого напряжения и различных типов накопителей энергии - источников больших импульсных токов			
Высокочастотные трансформаторы.	резонансные	ПК-1 методы проведения типовых испытаний высоковольтного оборудования и аппаратов электроэнергетики и уметь пользоваться нормативными документами по проведению испытаний		теоретическими и практическими способами метрологического сопровождения проведения высоковольтных испытаний и электрофизических исследований процессов, связанных с большими энергиями	Защита лабораторной работы
Высоковольтные трансформаторы.	импульсные	ПК-3 методы проведения типовых испытаний высоковольтного оборудования и аппаратов электроэнергетики и уметь пользоваться нормативными документами по проведению испытаний		теоретическими и практическими способами метрологического сопровождения проведения высоковольтных испытаний и электрофизических исследований процессов, связанных с большими энергиями	Контрольный опрос
Высоковольтные конденсаторы.	импульсные	ПК-1 методы проведения типовых испытаний высоковольтного оборудования и аппаратов электроэнергетики и уметь пользоваться		теоретическими и практическими способами метрологического сопровождения проведения	Контрольный опрос Защита лабораторной работы

		нормативными документами по проведению испытаний		высоковольтных испытаний и электрофизических исследований процессов, связанных с большими энергиями	
Генераторы импульсных токов.	ПК-3	предельно достижимые параметры генераторов высокого напряжения и различных типов накопителей энергии - источников больших импульсных токов		навыками эксплуатации и обслуживания высоковольтных электрофизических и испытательных установок	
Генераторы мощных наносекундных импульсов.	ПК-1	предельно достижимые параметры генераторов высокого напряжения и различных типов накопителей энергии - источников больших импульсных токов			Защита лабораторной работы
Электромагнитная совместимости при эксплуатации высоковольтных испытательных и электрофизических установок.	ПК-3	схемы, устройства и параметры различных типов испытательных и электрофизических установок высокого напряжения и их основные конструктивные элементы			Защита лабораторной работы
Измерение высоких напряжений.	ПК-1	методы проведения типовых испытаний высоковольтного оборудования и аппаратов электроэнергетики и уметь пользоваться нормативными документами по проведению испытаний		навыками эксплуатации и обслуживания высоковольтных электрофизических и испытательных установок	Защита лабораторной работы
Измерения импульсных токов.	ПК-3	схемы, устройства и параметры различных типов испытательных и электрофизических		навыками эксплуатации и обслуживания высоковольтных	

		установок высокого напряжения и их основные конструктивные элементы		электрофизических и испытательных установок	
Цифровая техника для проведения высоковольтных измерений.	ПК-1 ПК-38	предельно достижимые параметры генераторов высокого напряжения и различных типов накопителей энергии - источников больших импульсных токов			Контрольный опрос Защита лабораторной работы

Критерии и шкалы оценивания

1. Контрольный опрос

Процент правильных ответов	До 60	61-80	81-100
Количество баллов	1	2	4

2. Защита лабораторных работ

Баллы	Характеристики ответа студента
6	- в полном объеме выполнено задание; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет понятиями
4	- выполнено не менее 85% задания; - студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - увязывает усвоенные знания с практической деятельностью; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой основных понятий
2	- выполнено не менее 65% задания; - допускает несущественные ошибки и неточности; - испытывает затруднения в практическом применении знаний; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой понятий
0	- выполнено менее 50% задания; - студент не усвоил значительной части проблемы; - допускает существенные ошибки и неточности; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений; - не владеет понятийным аппаратом

Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Пример вопросов для контрольного опроса

- В каких случаях целесообразно применять электромагнитные регуляторы напряжения.
- Для чего проводятся высоковольтные испытания электротехнического оборудования.
- Как устроены импульсные конденсаторы (ИК), какие требования предъявляются к ним.

Примерные вопросы для подготовки к экзамену

- Высоковольтные измерения. Демпфированные и смешанные делители напряжения.
- Высоковольтные измерения. Осциллографирование быстропротекающих процессов. Высоковольтные импульсные осциллографы.
- Высоковольтные измерения. Возникновение помех при осциллографировании высоковольтных быстропротекающих процессов. Способы их снижения, экранирование.
- Высоковольтные измерения. Емкостные делители напряжения для измерения переменных и импульсных токов.
- Высоковольтные измерения. Измерения высоких напряжений стрелочными приборами с добавочными резисторами.
- Высоковольтные измерения. Резистивные делители напряжения для измерения постоянных, переменных и импульсных напряжений.
- Высоковольтные измерения. Шаровые измерительные разрядники.
- Высоковольтные испытания электротехнического оборудования. Испытания изоляции импульсными напряжениями. Испытание методом разрядного напряжения.
- Высоковольтные испытания электротехнического оборудования. Испытания методом «вверх - вниз». Общие условия испытаний.
- Высоковольтные испытания электротехнического оборудования. Общие характеристики испытаний. Испытания напряжением промышленной частоты.
- Генераторы импульсов высокого напряжения. Работа ГИН на нагрузку. Конструкции ГИН.
- Генераторы импульсных токов (ГИТ). Параметры и схемы замещения ГИТ.
- Генераторы импульсных токов ГИТ. Расчет параметров ГИТ. Методы снижения индуктивности ГИТ.
- Генераторы импульсных токов. Схемы с замыкателем нагрузки (кребары).
- Генераторы импульсов высокого напряжения. Принцип действия ГИН. Зарядная цепь ГИН.
- Генераторы импульсов высокого напряжения. Инвертирование импульса ГИН.
- Генераторы импульсов высокого напряжения. Методика расчета параметров ГИН.
- Генераторы импульсов высокого напряжения. Стандартные формы импульсов.
- Генераторы импульсов высокого напряжения. Схема замещения разрядной цепи ГИН. Формирование перенапряжений в каскадах ГИН.
- Генераторы коммутационных перенапряжений (ГКПН). Виды и параметры ГКПН.
- Генераторы коммутационных перенапряжений. Схемы ГАКИН.
- Измерения импульсных токов. Импульсные трансформаторы тока. Метод расчета пояса Роговского.
- Измерения импульсных токов. Шунты, их конструкция и расчет.
- Измерения переменных высоких напряжений с использованием измерительных конденсаторов.
- Импульсные конденсаторы (ИК). Индуктивность ИК. Потери в ИК. Конструкции ИК.
- Импульсные трансформаторы. Электромагнитные процессы и потери в сердечниках ИТ.
- Импульсные конденсаторы (ИК). Требования к высоковольтным ИК. Изоляция ИК. Частичные разряды в изоляции ИК.
- Импульсные трансформаторы. Искажения фронта и вершины импульса. Высоковольтные испытания электротехнического оборудования. Испытания методом «вверх - вниз». Общие условия испытаний.
- Импульсные трансформаторы. Искажения фронта и вершины импульса.
- Импульсные трансформаторы. Назначение. Схемы замещения
- Испытательные трансформаторы. Схемы, конструкции, изоляция и методы

включения.

- Испытательные трансформаторы. Резонансные схемы включения.
- Каскадные схемы включения испытательных трансформаторов.
- Однофазные и многофазные установки выпрямленного напряжения.
- Резонансные трансформаторы Тесла. Схемы, расчет параметров, конструкции.
- Схемы умножения постоянного напряжения. Работа каскадных генераторов постоянного тока.
- Схемы умножения постоянного напряжения. Работа схем удвоения и утроения напряжения.
- Электромагнитные регуляторы напряжения.
- Электростатические генераторы высокого напряжения.

6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
направленность (профиль) - Высоковольтные электроэнергетика и электротехника**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП			Б1.В.04		
Дисциплина		Испытательные и электрофизические установки			
Курс	4	семестр	7		
Кафедра		физики, биологии и инженерных технологий			
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность			Данилин А.Н., канд. техн. наук, доцент кафедры физики, биологии и инженерных технологий		
Общ. трудоемкость _{час/ЗЕТ}		252/7	Кол-во семестров	1	Форма контроля
ЛК _{общ./тек. сем.}		32/32	ПР/СМ _{общ./тек. сем.}	16/16	СРС _{общ./тек. сем.}

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:
(код, наименование)

- Способен вести инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту электроэнергетического оборудования (ПК-1);
- Способен определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-3).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Вводный блок				
Не предусмотрен				
Основной блок				
ОПК-2, ПК-1, ПК-8	Контрольный опрос	3	12	На практических занятиях
ОПК-2, ПК-1, ПК-8	Защита лабораторных работ	8	48	На лабораторных занятиях
Всего:			60	5
ОПК-2, ПК-1, ПК-8	Экзамен	Вопрос 1	20	По расписанию
		Вопрос 2	20	
Всего:			40	
Итого:			100	
Дополнительный блок				
	Не предусмотрен			

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов