Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомная энергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Метрология»

Направления подготовки
«13.03.02. Электроэнергетика и электротехника»

Основная профессиональная образовательная программа
«Электроснабжение»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Балаково

Цель освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины – освоить основные понятия метрологии и методы электрических измерений.

Цель лабораторных занятий – изучение электроизмерительных приборов и их основных характеристик, овладение методами поверки приборов и измерения различных электрических величин, выполнение обработки результатов измерений.

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Метрология» является дисциплиной общепрофессионального и профильного модуля учебного плана, составленного в соответствии с образовательным стандартом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (Основная профессиональная образовательная про-грамма «Электроснабжение»).

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо студентам для изучения курса «Метрология» составляют дисциплины естественно-научного модуля: «Математика», «Физика», а также дисциплина профессионального и профильного модуля: «Теоретические основы электротехники».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при осуществлении профессиональной деятельности бакалавра, выполнении выпускной квалификационной работы и изучении основных дисциплин по профилю подготовки.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

общепрофессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	З-ОПК-1 Знать принципы функционирования и применения современных информационных технологий У-ОПК-1 Уметь применять информационные технологии для решения профессиональных задач В-ОПК-1 Владеть навыками использования современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;	З-ОПК-3 Знать: основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности, а также аппарат теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-3 Уметь: применять основные законы математики, физики и технических наук при моделировании технологических процессов. В-ОПК-3 Владеть: математическим аппаратом, методами теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ОПК-6	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности;	З-ОПК-6 Знать: средства измерения электрических и неэлектрических величин У-ОПК-6 Уметь: выбирать средства измерения и проводить измерения В-ОПК-6 Владеть: навыками проведения измерений, обработки результатов измерений и оценки их погрешности

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду **(В14)**	Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.	1.Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства. 3.Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии **(В15)**	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: -формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной	1.Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального

		деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.	мастерства. 3.Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 6-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часов.

Календарный план

№ Раздела	№ Темы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма*)	Максимальный балл за раздел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС/КРС		
1	1	Основные понятия и определения метрологии	24/2	2/2			22	Т	25
	2	Погрешности измерений	2,5	0,5	2/1				
	3	Систематические погрешности и методы их устранения	15,5	0,5			15		
	4	Случайная погрешность измерения (абсолютная) как случайная величина	13,5/2	0,5			13		
	5	Классы точности средств измерений	13,5	0,5			13		
	6	Методы и средства измерений электрических величин.	15		2		13		
2	7	Цифровые измерительные приборы последовательного приближения (поразрядного уравновешивания). ЦИП считывания.	22		2/1		20	Т	25
	8	Научная, техническая, правовая и организационная основы МО измерений	0,5	0,5					
	9	Система гос. надзора за СИ в регулируемой области	0,5	0,5					
	10	Система воспроизведения	1	1					

		единиц физических величин (ФВ)							
Вид промежуточной аттестации			**108/4**	**6/2**	**6/2**		**96**	**З**	**50**

* - сокращенное наименование формы контроля

** - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	**Полное наименование**
Т	Тестирование
З	Зачет

Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	**Всего часов**	**Учебно-методическое обеспечение**
1	**2**	**3**
Лекция 1. Основные понятия и определения метрологии. Предмет метрологии. Основные направления. Измерения и их виды. Шкалы измерений. Метрологические характеристики СИ.	2	1-8
Лекция 2. Погрешности измерений. Постулаты теории погрешностей. Действительное значения прямо измеряемой величины. Классификация погрешностей по способу выражения, в зависимости от измеряемой величины, по характеру проявления.	0,5	1-8
Лекция 3. Систематические погрешности и методы их устранения. Классификация систематических погрешностей. Уменьшение систематических погрешностей введением поправок. Использование методов замещения и противопоставления.	0,5	1-8
Лекция 4. Случайная погрешность измерения (абсолютная) как случайная величина Случайные величины и погрешности случайного характера. Законы распределения случайных величин. Математическое ожидание и его оценка, дисперсия и среднеквадратическая погрешность. Среднеквадратическая погрешность среднего арифметического и его оценка. Определение доверительного интервала при большом и малом числе прямых измерений. Исключение грубых погрешностей.	0,5	1-8
Лекция 5. Классы точности средств измерений. Нормирование основной погрешности СИ по абсолютной, относительной и приведенной погрешностям. Классы точности СИ и их обозначения.	0,5	1-8
Лекция 6. Научная, техническая, правовая и организационная основы МО измерений. Гос. система обеспечения единства измерений. Определение МО. Научная основа МО. Техническая основа МО. Правовая основа МО. Организационная основа МО.	0,5	1-8
Лекция 7. Система гос. надзора за СИ в регулируемой области. Сферы деятельности ГМКиН. Метрологические службы предприятий и организаций. Система гос. испытаний СИ и система обязательной поверки, метрологической аттестации и калибровки СИ.	0,5	1-8
Лекция 8. Система воспроизведения единиц физических величин (ФВ). Эталоны ФВ. Поверочные схемы СИ.	1	1-8

Перечень практических занятий – не предусмотрены учебным планом

Перечень лабораторных работ

Темы лабораторных работ. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	**2**	**3**
Аналоговые электроизмерительные приборы. Поверка амперметра и вольтметра. Системы аналоговых электроизмерительных приборов, их обозначения и принцип действия. Погрешности приборов, классы точности. Поверка амперметра и вольтметра.	1	4-8
Определение параметров электрических сигналов. Гармонический сигнал и его характеристики. Измеряемые и расчетные характеристики импульсного сигнала. Работа мультивибратора	1	4-8
Устройство и работа индукционного и электронного счетчиков электрической энергии. Принцип действия индукционного счетчика электрической энергии. Формула счетчика и измерение активной энергии, потребляемой нагрузкой. Работа электронного счетчика энергии.	2	4-8
Преобразователи физических величин. Характеристики линейного преобразователя. Датчики физических величин параметрического и генераторного типов. Определение коэффициента преобразования напряжения резистивного преобразователя. Шунты и добавочные сопротивления. Работа электронного вольтметра.	2	8

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	**2**	**3**
Общие сведения о средствах измерений.	10	1-8
Косвенные и совместные измерения физических величин.	12	1-8
Систематические и случайные погрешности	15	1-8
Случайные величины и их нормированные характеристики.	13	1-8
Основная и дополнительная погрешности СИ. Классы точности.	13	1-8
Методы и средства измерений электрических величин.	13	1-8
Цифровые измерительные приборы последовательного приближения (поразрядного уравновешивания). ЦИП считывания.	20	1-8

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

Образовательные технологии

В соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий:

1) разбор конкретных ситуаций при решении задач по контрольным заданиям;

2) разбор конкретных ситуаций при проведении лекционных занятий, в том числе в форме коллоквиумов;

3) внеаудиторную работу в рамках текущих внеаудиторных консультаций с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках учебных курсов могут быть предусмотрены встречи с представителями компаний, университетов, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических

системах»:

1) самостоятельная работа студентов с использованием информационной справочной системы ИОС;

2) активная работа с современными пакетами прикладных программ для обработки результатов экспериментальных данных.

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
1	Основы метрологии	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6	Тесты Т1 (письменно)
2	Основы метрологического обеспечения (МО) измерений	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6	Тесты Т2 (письменно)
Промежуточная аттестация			
1	Зачет	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6	Вопросы к зачету (письменно)

Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в письменной форме.

В качестве оценочного средства текущего контроля используются устный и письменный опрос.

В качестве оценочного средства аттестации раздела используются тесты.

При заочной форме обучения в качестве оценочного средства аттестации раздела используется также контрольная работа.

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для выполнения заданий по теме или разделу. Выполняется по индивидуальному заданию.

Для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические вопросы.

По итогам обучения выставляется зачет.

Вопросы входного контроля

1. Закон Ома для участка цепи постоянного тока.
2. Закон Ома для замкнутой цепи постоянного тока.
3. Закон Ома в дифференциальной форме.
4. Закон Джоуля-Ленца для цепи постоянного и переменного токов.
5. Активная, реактивная, комплексная и полная мощность потребителя электрической энергии.
6. Основной закон электростатики (закон Кулона).
7. Напряженность электрического поля, понятие силовой линии поля.
8. Однородное и неоднородные электрические поля.
9. Емкость плоского конденсатора.

10. Связь между напряженностью поля и напряжением заряженного конденсатора.

11. Сила, действующая на электрический заряд в электрическом поле.

12. Дать определение явления электрического тока и силы тока.

13. Что называется напряжением на участке электрической цепи?

14. Законы Кирхгофа для электрической цепи.

15. Магнитное поле и его источники.

16. Понятие силовой линии магнитного поля. Принципиальное отличие силовых линий магнитного и электростатического полей.

17. Движение заряженной частицы в магнитном поле. Сила Лоренца.

18. Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле. Правило левой руки.

19. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея.

20. Электромагнитные волны, скорость их распространения.

21. Внешний фотоэффект. Понятие красной границы фотоэффекта.

Тест- 1 Основы метрологии

1. Дайте определение метрологии:

А. наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и требуемой точности

Б. комплект документации описывающий правило применения измерительных средств

В. система организационно правовых мероприятий и учреждений созданная для обеспечения единства измерений в стране

Г. А+В

Д. все перечисленное верно

2. Что такое измерение?

А. определение искомого параметра с помощью органов чувств, номограмм или любым другим путем

Б. совокупность операций, выполняемых с помощью технического средства, хранящего единицу величины, позволяющего сопоставить измеряемую величину с ее единицей и получить значение величины

В. применение технических средств в процессе проведения лабораторных исследований

Г. процесс сравнения двух величин, процесс, явлений и т. д.

Д. все перечисленное верно

3. Единство измерений:

А. состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах, а погрешности известны с заданной вероятностью и не выходят за установленные пределы

Б. применение одинаковых единиц измерения в рамках ЛПУ или региона

В. применение однотипных средств измерения (лабораторных приборов) для определения одноименных физиологических показателей

Г. получение одинаковых результатов при анализе пробы на одинаковых средствах измерения

Д. все перечисленное верно

4. Погрешностью результата измерений называется:

А. отклонение результатов последовательных измерений одной и той же пробы

Б. разность показаний двух разных приборов полученные на одной той же пробе

В. отклонение результатов измерений от истинного (действительного) значения

Г. разность показаний двух однотипных приборов полученные на одной той же пробе

Д. отклонение результатов измерений одной и той же пробы с помощью различных методик

5. Правильность результатов измерений:

А. результат сравнения измеряемой величины с близкой к ней величиной, воспроизводимой мерой

Б. характеристика качества измерений, отражающая близость к нулю систематических погрешностей результата

В. определяется близость среднего значения результатов повторных измерений к истинному (действительному) значению измеряемой величины

Г. "Б"+"В"

Д. все перечисленное верно

6. К мерам относятся:

А. эталоны физических величин

Б. стандартные образцы веществ и материалов

В. все перечисленное верно

7. Стандартный образец- это:

А. специально оформленный образец вещества или материала с метрологически аттестованными значениями некоторых свойств

Б. контрольный материал полученный из органа проводящего внешний контроль качества измерений

В. проба биоматериала с точно определенными параметрами

Г. все перечисленное верно

8. Косвенные измерения - это такие измерения, при которых:

А. применяется метод наиболее быстрого определения измеряемой величины

Б. искомое значение величины определяют на основании результатов прямых измерений других физических величин, связанных с искомой известной функциональной зависимостью

В. искомое значение физической величины определяют путем сравнения с мерой этой величины

Г. искомое значение величины определяют по результатам измерений нескольких физических величин

Д. все перечисленное верно

9. Прямые измерения это такие измерения, при которых:

А. искомое значение величины определяют на основании результатов прямых измерений других физических величин, связанных с искомой известной функциональной зависимостью

Б. применяется метод наиболее точного определения измеряемой величины

В. искомое значение физической величины определяют непосредственно путем сравнения с мерой этой величины

Г. градуировочная кривая прибора имеет вид прямой

Д. "Б"+"Г"

10. Статические измерения – это измерения:

А. проводимые в условиях стационара

Б. проводимые при постоянстве измеряемой величины

В. искомое значение физической величины определяют непосредственно путем сравнения с мерой этой величины

Г. "А"+"Б"

Д. все верно

11. Динамические измерения – это измерения:

А. проводимые в условиях передвижных лабораторий

Б. значение измеряемой величины определяется непосредственно по массе гирь последовательно устанавливаемых на весы

В. изменяющейся во времени физической величины, которые представляется совокупностью ее значений с указанием моментов времени, которым соответствуют эти значения

Г. связанные с определением сил действующих на пробу или внутри пробы

12. Абсолютная погрешность измерения – это:

А. абсолютное значение разности между двумя последовательными результатами измерения

Б. составляющая погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений

В. являющаяся следствием влияния отклонения в сторону какого – либо из пара-метров, характеризующих условия измерения

Г. разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины

Д. все перечисленное верно

13. Относительная погрешность измерения:

А. погрешность, являющаяся следствием влияния отклонения в сторону какого – либо из параметров, характеризующих условия измерения

Б. составляющая погрешности измерений не зависящая от значения измеряемой величины

В. абсолютная погрешность деленная на действительное значение

Г. составляющая погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений

Д. погрешность результата косвенных измерений, обусловленная воздействием всех частных погрешностей величин-аргументов

14. Систематическая погрешность:

А. не зависит от значения измеряемой величины

Б. зависит от значения измеряемой величины

В. составляющая погрешности повторяющаяся в серии измерений

Г. разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины

Д. справедливы "А", "Б" и "В"

15. Случайная погрешность:

А. составляющая погрешности случайным образом изменяющаяся при повторных измерениях

Б. погрешность, превосходящая все предыдущие погрешности измерений

В. разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины

Г. абсолютная погрешность, деленная на действительное значение

Д. справедливы "А", "Б" и "В"

16. Государственный метрологический надзор осуществляется:

А. на частных предприятиях, организациях и учреждениях

Б. на предприятиях, организациях и учреждениях федерального подчинения

В. на государственных предприятиях, организациях и учреждениях муниципального подчинения

Г. на государственных предприятиях, организациях и учреждениях имеющих численность работающих свыше ста человек

Д. на предприятиях, в организациях и учреждениях вне зависимости от вида собственности и ведомственной принадлежности

17. Поверка средств измерений:

А. определение характеристик средств измерений любой организацией имеющей более точные измерительные устройства чем поверяемое

Б. калибровка аналитических приборов по точным контрольным материалам

В. совокупность операций, выполняемых органами государственной службы с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным техническим требованиям

Г. совокупность операций, выполняемых, организациями с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений современному уровню

Д. все перечисленное верно

18. К сферам распространения государственного метрологического контроля и надзора относится:

А. здравоохранение

Б. ветеринария

В. охрана окружающей среды

Г. обеспечение безопасности труда

Д. все перечисленное

19. Проверки соблюдения метрологических правил и норм проводится с целью:

А. определение состояния и правильности применения средств измерений

Б. контроль соблюдения метрологических правил и норм

В. определение наличия и правильности применения аттестованных методик выполнения измерений

Г. контроль правильности использования результатов измерения

Д. все, кроме "Г"

20. Поверка по сравнению с внешним контролем качества обеспечивает:

А. более точный контроль инструментальной погрешности средств измерения

Б. больший охват контролем различных этапов медицинского исследования

В. более точное определение чувствительности и специфичности метода исследования реализованного на данном приборе

Г. обязательное определение систематической составляющей инструментальной погрешности

Д. "А"+"Г"

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
А	Б	А	В	Г	А	А	Б	В	Б	В	Г	В	В	А	Д	В	Д	Д	Д

Тест 2

1. Укажите виды измерений по способу получения информации:

1) динамические;

2) косвенные;+

3) многократные;

4) однократные;

5) прямые;+

6) совместные;+

7) совокупные.+

2. Укажите виды измерений по количеству измерительной информации:

1) динамические;

2) косвенные;

3) многократные;+

4) однократные;+

5) прямые;

6) статические.

3. Укажите виды измерения по характеру изменения получаемой информации в процессе измерения:

1) динамические;+

2) косвенные;

3) многократные;

4)однократные

5)прямые;

6)статические.+

4. Укажите виды измерений по отношению к основным единицам

1) абсолютные+

2) динамические

3) косвенные

4) относительные+

5) прямые

6) статические

5. При каких видах измерений искомое значение величины получают непосредственно от средства измерений:

1) при динамических;

2)при косвенных;

3)при многократных;

4)при однократных;

5)при прямых;+

6)при статических.

6. Укажите виды измерений, при которых определяются фактические значения нескольких одноименных величин, а значение искомой величины находят решением системы уравнений:

1)дифференциальные;

2)прямые;

3)совместные;

4)совокупные;+

5)сравнительные.

7. Укажите виды измерений, при которых определяются фактические значения

нескольких неоднородных величин для нахождения функциональной зависимости между ними:

1)преобразовательные;

2)прямые;

3)совместные;+

4)совокупные;

5)сравнительные

8. Укажите виды измерений, при которых число измерений равняется числу измеряемых величин:

1)абсолютные;

2)косвенные;

3)многократные;

4)однократные;+

5)относительные

6) прямые.

9. Какие средства измерений предназначены для воспроизведения и/или хранения физической величины:

1)вещественные меры;+

2)индикаторы;

3)измерительные приборы;

4)измерительные системы;

5)измерительные установки;

6)измерительные преобразователи;

7)стандартные образцы материалов и веществ;

8)эталоны.

10. Какие средства измерений представляют собой совокупность измерительных преобразователей и отсчетного устройства:

1)вещественные меры;

2)индикаторы;

3)измерительные приборы;+

4)измерительные системы;

5)измерительные установки.

11. Какие средства измерений состоят из функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, территориально разобщенных и соединенных каналами связи:

1)вещественные меры;

2)индикаторы;

3)измерительные приборы;

4)измерительные системы;+

5)измерительные установки;

6)измерительные преобразователи

12. Какие средства измерений состоят из функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, собранных в одном месте:

1) измерительные приборы;

2)измерительные системы;

3)измерительные установки;+

4)измерительные преобразователи;

5)эталоны.

13. Обнаружение — это:

1)свойство измеряемого объекта, общее в количественном отношении для всех одноименных объектов, но индивидуальное в количественном;

2)сравнение неизвестной величины с известной и выражение первой через вторую в кратном или дольном отношении;

3)установление качественных характеристик искомой физической величины;+

4)установление количественных характеристик искомой физической величины.

14. Какие технические средства предназначены для обнаружения физических свойств:

1)вещественные меры;

2)измерительные приборы;
3)измерительные системы;
4)индикаторы;+
5)средства измерения.
15. Укажите нормированные метрологические характеристики средств измерений:
1)диапазон показаний;+
2)точность измерений;+
3)единство измерений;
4)порог измерений;
5)воспроизводимость;
6)погрешность.+
16. Как называется область значения шкалы, ограниченная начальным и конечным значением:
1) диапазон измерения;
2) диапазон показаний;+
3) погрешность;
4) порог чувствительности;
5) цена деления шкалы.
17. Как называется отношение изменения сигнала на выходе измерительного прибора к вызывающему его изменению измеряемой величины:
1) диапазон измерения;
2) диапазон показаний;
3) порог чувствительности;
4) цена деления шкалы;
5) чувствительность.+
18. Как называются технические средства, предназначенные для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины:
1) вещественные меры;
2) индикаторы;
3) измерительные преобразователи;
4) стандартные образцы материалов и веществ;
5) эталоны.+
19. Укажите средства поверки технических устройств:
1) измерительные системы;
2) измерительные установки;
3) измерительные преобразователи;
4) калибры;
5) эталоны.+
20. Какие требования предъявляются к эталонам:
1) размерность;
2) погрешность;
3) неизменность;+
4) точность;
5) воспроизводимость;+
6)сличаемость.+
21. Какие эталоны передают свои размеры вторичным эталонам:
1) международные эталоны;
2) вторичные эталоны;
3) государственные первичные эталоны,+
4) калибры;
5) рабочие эталоны;
22. В чем состоит принципиальное отличие поверки от калибровки:
1) обязательный характер;+
2) добровольный характер;
3) заявительный характер;
4) правильного ответа нет.

23. Какие эталоны передают информацию о размерах рабочим средствам измерения:

1) государственные первичные эталоны;

2) государственные вторичные эталоны;

3) калибры;

4) международные эталоны;

5) рабочие средства измерения;+

6) рабочие эталоны.

24. Как называется совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям:

1) поверка;+

2) калибровка;

3) аккредитация;

4) сертификация;

5) лицензирование;

6) контроль;

7) надзор.

Примерная форма оценки теста

Оценка	Процент правильных ответов	Балл
5 (отлично)	90-100 %	22-25
4 (хорошо)	70-89 %	15-21
3 (удовлетворительно)	60-69 %	12-14
неудовлетворительно	0-59 %	0-11

Задания для контрольной работы

Контрольная работа содержит 8 задач. Номер варианта выбирается по последней цифре номера зачетной книжки. Если студент выполняет не свой вариант, его работа не рецензируется и ему выдается индивидуальное задание. Каждая контрольная работа выполняется в отдельной тетради, куда обязательно полностью записывается условие задачи. Решение задач должно сопровождаться необходимыми пояснениями. Схемы, векторные диаграммы должны выполняться по линейке, аккуратно, с соблюдением соответствующих ГОСТов и ЕСКД. Для векторных диаграмм, кроме того, должен быть обозначен соответствующий масштаб.

В конце работы указывается список использованной студентом литературы, дата выполнения работы и ставится подпись студента.

Задача 1.

Искомое сопротивление R (Ом) было измерено n раз и при этом получены результаты (см. табл. 1). Необходимо определить: среднюю квадратическую зависимость σ_a интервал, в котором находится значение измеряемого сопротивления с доверительной вероятностью P_1 и вероятную погрешность результата измерения ξ_a для доверительной вероятности P_2.(Табл. 1а).

Таблица 1.

№ вар.	Номер эксперимента														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	173,5	170,2	171,4	169,8	174,4	173,3	168,5	177,1	180,0	175,6	174,4	168,8	178,6	176,4	172,9
2	340,2	353,1	347,3	355,6	344,6	350,1	348,2	364,9	359,4	344,6	360,0	343,3	363,4	345,8	349,5
3	222,4	228,3	231,4	239,5	233,4	245,5	221,1	225,9	240,7	238,6	229,6	234,4	220,1	237,4	241,5
4	545,6	510,3	530,3	527,7	543,8	539,2	537,1	544,4	548,3	550,4	545,5	537,6	512,3	540,9	547,7
5	91,1	90,8	94,4	90,6	93,4	94,6	95,1	94,7	92,3	93,7	94,8	99,1	91,4	93,4	98,3
6	476,3	477,8	460,8	481,8	466,3	480,5	479,3	466,6	467,1	475,3	479,7	480,0	463,3	478,4	485,6
7	415,2	427,8	418,6	415,5	415,6	444,4	429,3	427,6	416,5	413,9	416,3	421,1	419,2	430,1	414,4
8	291,6	287,7	290,1	295,4	288,3	289,7	290,4	297,3	292,2	298,3	285,5	287,7	286,2	286,7	288,7
9	754,1	756,6	750,3	760,8	770,9	749,3	755,1	758,4	766,2	760,1	745,4	757,9	761,8	765,4	760,8
0	612,7	633,4	618,8	621,3	620,9	631,4	623,9	633,7	617,4	620,3	637,1	634,4	617,7	621,9	630,3

Таблица 1а

Значения вероятностей

Вероятности	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

P_1	0,999	0,99	0,9	0,98	0,8	0,95	0,99	0,8	0,999	0,6
P_2	0,9	0,95	0,9	0,8	0,5	0,7	0,9	0,99	0,8	0,999

Задача 2

Определить наиболее достоверное значение напряжения постоянного тока, измеренного компенсатором постоянного тока, среднеквадратичную погрешность ряда измерений σ_V, доверительный интервал (при заданной доверительной вероятности P) и предельную погрешность найденного значения $U_{ср}$. Результаты – 10 равноточных измерений U_i даны в таблице 2.

Таблица 2

Варианты	P	Результаты равноточных измерений U_i (мВ)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,98	100,08	100,09	100,07	100,10	100,05	100,06	100,04	100,06	99,95	99,92
2	0,99	50,03	50,02	50,08	49,90	49,45	50,01	50,10	49,91	49,93	50,12
3	0,999	75,01	75,93	75,60	75,53	75,02	74,95	76,01	76,04	75,05	75,75
4	0,95	120,03	120,05	120,01	119,98	119,93	120,15	120,20	119,95	119,94	120,11
5	0,9	63,04	63,01	63,05	63,07	63,12	63,01	63,08	62,98	62,97	62,91
6	0,98	200,06	200,12	200,13	200,07	199,93	199,98	199,89	200,11	200,09	200,05
7	0,999	151,04	150,91	150,02	149,95	149,97	150,09	150,12	150,15	150,25	150,31
8	0,8	85,82	85,80	85,84	85,91	85,79	85,77	84,99	85,05	85,20	85,15
9	0,7	134,41	135,45	135,40	134,90	134,95	135,20	135,18	136,05	136,04	135,55
0	0,6	47,97	47,85	47,84	47,90	47,91	47,90	48,04	47,95	48,09	48,12

Задача 3

Определить показания электродинамического A_1 и электромагнитного A_2 амперметров, включенных в последовательную цепь RLC , если напряжение на входе цепи изменяется по закону U (t), а параметры цепи R, L и C. Данные вариантов в таблице 3. Начертите схему включения приборов.

Таблица 3

Варианты	R, Ом	L, мГц	C, мкФ	U (t)
0	10	-	150	25+50 sin ωt
1	10	10	-	100+200 sin 3ωt
2	15	-	200	45+90 sin 2ωt
3	15	17	-	30+60 sin 3ωt
4	20	-	175	15+75 sin 2ωt
5	22	45	-	62+125 sin 3ωt
6	14	-	250	18+100 sin ωt + 25 sin 3ωt
7	18	13	-	100+21 sin 3ωt + 15 sin 5ωt
8	27	-	125	55+85 sin 3ωt
9	55	30	-	60+120 sin 2ωt + 60 sin 4ωt

Задача 4

Микроамперметр с внутренним сопротивлением r_a отградуирован на номинальный ток $I_н$. Класс точности прибора N_1. Этот амперметр предполагается применить в цепи со значением тока I_{max}. Требуется найти сопротивление шунта и пределы допустимой относительной погрешности δ, если при измерениях амперметр показал ток, равный I. Данные для расчета взять из таблицы 4.

Таблица 4

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$I_н$, мкА	25	50	100	200	500	$1*10^3$	$2*10^3$	$5*10^3$	$10*10^3$	$15*10^3$
r_a, Ом	1350	1350	480	220	65	22	12	7	5	2,5
I_{max}, А	2,5	2,0	3,0	5,0	1,5	10,0	15,0	20,0	30,0	50,0
I, А	2,1	1,7	2,4	3,5	1,2	7,7	12,3	14,6	25,5	41,5

N_1	1,5	1,5	2,5	1,5	2,5	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5

Задача 5

Вольтметр типа М4262 с конечным значением диапазона измерений U и током полного отклонения 1,1 мА предполагают включать под напряжение U_1. Класс точности прибора – 1,5. Определить величину добавочного сопротивления и пределы допустимой относительной погрешности δ, если при включении вольтметр показал U_2 В. Определить потребление мощности прибором вместе с добавочным сопротивлением. Данные для расчета приведены в таблице 5.

Таблица 5

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
U, В	10	15	30	50	75	75	3	2	1	250
U_1, В	300	250	600	500	220	380	400	150	500	3000
U_2, В	185	210	440	325	178	310	360	130	470	2550

Задача 6

Два пассивных приемника энергии, сопротивление которых r_1 и r_2 соответственно, соединены последовательно и включены на напряжение U. Можно ли получить истинное значение напряжения на этих приемниках путем присоединения к их зажимам вольтметра с внутренним сопротивлением r_v? Какова будет относительная погрешность при каждом измерении? Как нужно провести измерение, чтобы относительная погрешность не превышала 2,5%? Данные для расчета приведены в таблице 6.

Таблица 6

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
r_1, Ом	3000	4000	560	1375	6000	1000	5500	850	12000	35000
r_2, Ом	1000	1500	310	850	3000	400	1550	250	4000	10000
U, В	120	220	160	100	300	60	210	36	380	250
r_v, Ом	2500	3000	400	950	5000	500	4500	650	8000	20000

Задача 7

Для измерения реактивной мощности симметричной активно-реактивной нагрузки ваттметр типа Д5004 класса точности 1,0, с номинальными значениями $I_н$, $U_н$, $R_{пос}$ и $α_к$ (количество делений шкалы), включен на напряжение сети $U_с$ по известной схеме.

Отклонение стрелки ваттметра составило α делений. Дать схему измерения, определить реактивную мощность нагрузки, потребляемую мощность параллельной катушкой ваттметра. Построить векторную диаграмму. Необходимые данные приведены в таблице 7.

Таблица 7

Варианты	$I_н$, А	$U_н$, В	$α_к$, дел.	α, дел.	$R_{пос}$, Ом	$U_с$, В
0	5	30	150	18	0,005	30
1	5	150	150	115	0,005	150
2	2,5	30	75	60	0,008	30
3	2,5	75	75	43	0,008	75
4	1	150	300	210	0,025	150
5	5	150	30	28	0,004	150
6	1	300	150	125	0,034	300
7	2	150	150	105	0,0125	150
8	1	450	150	100	0,034	450
9	0,5	150	75	55	0,068	150

Задача 8

При поверке однофазного счетчика типа СОИ444Э, класса точности 2,0, с паспортными данными, на его зажимах поддерживалось напряжение U, ток нагрузки был равен I при cosφ. Диск счетчика совершил n оборотов за t, с. При поверке использовались: ваттметр типа Д5020, класс точности 0,5, амперметр типа Э530, класс точности 1,0, вольтметр типа Э533, класс

точности 0,5, секундомер типа СМ-60 (цена деления секундной шкалы 0,2 с). Образцовые приборы дали показания: P_0; U_0; I_0. Определить номинальную $C_н$ и действительную $C_д$ постоянные счетчика, относительную γ и абсолютную ΔС погрешности счетчика.

Таблица 8

Варианты	Счетчик			U, В	I, А	n, об.	t, с	U_0, В	I_0, А	P_0, Вт	cosφ
	U, В	I, А	$V_н$, об/с								
0	110	2,5	0,135	110	2,0	130±2	4	109	2,1	229,0	1,0
1	115	5	0,135	115	4,5	248±3	4	117	4,4	516,0	1,0
2	120	10	0,135	120	8,0	610±5	5	118	7,8	455,0	0,5
3	127	15	0,135	127	14,5	1500±15	6	126	14,7	1860	1,0
4	220	20	0,135	220	15	1800±18	10	218	15,1	1650	0,5
5	230	15	0,135	230	13,7	2960±30	10	220	13,5	3000	1,0
6	120	10	0,135	120	6,4	554±6	6	119	6,2	375	0,5
7	250	5	0,135	250	4,0	435±5	5	245	3,6	870	1,0
8	380	10	0,135	380	3,2	492±4	6	377	3,0	454	0,5
9	220	2,5	0,135	220	1,25	305±4	8	215	1,0	105	0,5

Примечание: $V_н$ об/с – номинальная скорость вращения диска счетчика.

Шкалы оценки контрольной работы

«Зачтено»	Студент выполнил все задания в соответствии с вариантом, работа оформлена в соответствии с требованиями. Каждый этап выполнения заданий студент может подробно пояснить.
«Не зачтено»	Студент не выполнил задания, либо выполнил их с отклонениями от варианта. Оформление работы не соответствует требованиям. Студент не может пояснить этапы выполнения заданий.

Вопросы к зачету

1. Дайте определение понятию «измерение». Назовите и поясните основные признаки измерения.
2. Дайте определение понятию «средство измерений». Приведите классификацию средств измерений по функциональному назначению.
3. Что такое измерительный преобразователь? Какие виды измерительных преобразователей существуют? Приведите примеры.
4. Дайте определение понятиям «принцип измерения» и «метод измерения». Чем различаются эти понятия? Как различают методы измерений и что является отличительным признаком?
5. Назовите разновидности метода сравнения с мерой. Приведите примеры реализации их.
6. Что такое измерительный прибор? Чем он отличается от измерительного преобразователя? Объясните принцип классификации измерительных приборов по виду измеряемой величины.
7. Дайте определение понятию «средство сравнения». Приведите пример реализации средства сравнения как специального технического средства и как специально создаваемой среды.
8. Приведите классификацию измерений по общим приемам получения результата. Поясните на примерах отличительные особенности каждого вида.
9. Дайте определение понятию «единство измерений в стране». Какие обязательные условия должны быть выполнены для обеспечения единства измерений?
10. Поясните термины «технические измерения» и «метрологические измерения». В чем принципиальное различие между ними?
11. Дайте определение понятиям «истинное значение» и «действительное значение» измеряемой ФВ. В чем состоит существенное различие этих понятий?
12. Перечислите и поясните основные этапы измерительной процедуры. Объясните причины неизбежности погрешностей при измерениях.
13. Дайте определение понятиям «результат измерения» и «погрешность измерения».

14. Перечислите существующие способы выражения погрешности. Поясните их.

15. Дайте определение понятию «точность измерений». Как понимать термин «требуемая точность»?

16. Что означают термины «аддитивная погрешность» и «мультипликативная погрешность»?

17. Приведите классификацию погрешностей по характеру проявления.

18. Дайте определения понятиям «систематическая погрешность» и «случайная погрешность». В чем принципиальная разница между ними? Что характеризуют собой величины систематической и случайной погрешностей?

19. Дайте определение понятию «грубая погрешность». В чем причина появления грубой погрешности? Приведите пример.

20. Перечислите источники систематических погрешностей. Приведите классификацию их по причине возникновения.

21. Дайте определение понятию «методическая погрешность», поясните причины появления и особенности методических погрешностей.

22. Дайте определение понятию «инструментальная погрешность», перечислите разновидности их, поясните причины появления и особенности.

23. Поясните причины появления и особенности «личных» погрешностей.

24. Объясните, почему часть инструментальных погрешностей выделяют в отдельную группу и называют погрешности, «обусловленные отклонением внешних условий»? Для чего это делается?

25. Дайте определение понятиям «неисправленный результат», «исправленный результат», «поправка».

26. Дайте определение понятию «неисключенный остаток систематической погрешности» (НСП), поясните причины появления НСП.

27. Назовите известные вам способы устранения систематической погрешности в процессе измерения.

28. В каком виде может быть представлен закон распределения случай-ной погрешности?

29. Какие виды законов распределения вам известны?

30. Что понимают под термином «числовые характеристики случайной погрешности»? Назовите известные вам числовые характеристики? Ка-кие из них наиболее часто используют в практике измерений?

31. Что такое нормированный нормальный закон распределения? Для чего нормируют закон распределения? Что понимают под термином «нормированная величина случайной погрешности»?

32. Что понимают под предельной случайной погрешностью при нормальном распределении и при других законах распределения? Какова связь между предельной случайной погрешностью и СКП?

33. Что обозначают символы a x, Sx и Sx? Существует ли связь между ними?

34. Дайте определение понятиям «доверительный интервал» и «доверительная вероятность». Какая величина доверительной вероятности соответствует интервалу предельной случайной погрешности при нормальном распределении?

35. Можно ли определить доверительный интервал для случайной погрешности при неизвестном законе распределения, если оценка СКП — Sx известна?

36. Дайте определение понятию «метрологическое обеспечение СИ». Назовите основы метрологического обеспечения СИ в стране.

37. Дайте развернутую характеристику технических основ МО.

38. Что понимается под организационными основами МО? Коротко поясните их структуру.

39. Что включает в себя (какие виды деятельности) система Государственных испытаний СИ. Для чего проводятся и чем, обычно, заканчиваются Государственные испытания СИ?

40. Что понимается под термином «метрологическая аттестация» СИ? Чем она отличается от «Государственных испытаний»? Дайте характеристику метрологической аттестации с метрологической и правовой точек зрения.

41. Дайте определение понятию «поверка». Дайте характеристику поверке с метрологической и правовой точек зрения.

42. Какие формы метрологического надзора за СИ вам известны? Назовите и дайте им характеристику.

43. Дайте определение понятиям: «первичный эталон»; «рабочий эталон» (РЭ), «рабочее средство измерений» (РСИ). Чем РЭ отличается от РСИ?

44. Что такое «поверочная схема»? Для чего она создается? Какие поверочные схемы бывают?

45. Что такое «стандартный образец»? Какие они бывают? Для чего они нужны и какую функцию выполняют в процессе передачи размера единицы ФВ?

Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	**Оценка (балл за ответ на зачете)**	**Требования к знаниям**
30-50	*«зачтено» - 30-50 баллов*	– Оценка «зачтено» если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.
29-0	*«не зачтено» - 0-29 баллов*	– Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

Сумма баллов	**Оценка по 4-х бальной шкале**	**Зачет**	**Оценка (ECTS)**	**Градация**
90 – 100	5 (отлично)	зачтено	A	отлично
85 – 89	4 (хорошо)		B	очень хорошо
75 – 84			C	хорошо
70 – 74			D	удовлетворительно
65 – 69	3 (удовлетворительно)			
60 – 64			E	посредственно
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	не зачтено	F	неудовлетворительно

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / И.А. Иванов, С.В. Урушев, Д.П. Кононов [и др.]; под редакцией И.А. Иванова, С.В. Урушева. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 356 с. https://e.lanbook.com/book/148979

2. Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 1.Метрология: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сергеев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 324 с. https://urait.ru/bcode/434574

3. Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 2. Стандартизация и сертификация: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря.– 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 325 с. https://urait.ru/bcode/434575

Дополнительная литература:

4. Аксенова Е.Н. Методы обработки результатов измерений физических величин: учебно-методическое пособие / Е.Н. Аксенова, Н.П. Калашников. – Москва: НИЯУ МИФИ,2016. – 36 с. https://e.lanbook.com/book/119497

5. Аксенова Е.Н. Методы оценки погрешностей при измерениях физических величин: учебно-методическое пособие / Е.Н. Аксенова, Н.П. Калашников. – Санкт- Петербург: Лань, 2019. – 40 с. https://e.lanbook.com/book/113371

6. Виноградова, А. А. Законодательная метрология : учебное пособие для вузов / А. А. Виноградова, И. Е. Ушаков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 92 с. https://e.lanbook.com/book/166929

7. Кайнова, В. Н. Метрологическая экспертиза и нормоконтроль технической документации : учебно-методическое пособие для вузов / В. Н. Кайнова, Е. В. Зимина, В. Г. Кутяйкин ; под общей редакцией В. Н. Кайновой. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 500 с. https://e.lanbook.com/book/153689

Учебно-методические пособия

8. Преобразователи физических величин [Текст] : метод. указ. к вып. лаб. раб. по дисциплине: «Метрология» для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обуч. / сост. Самсонов А. В. - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. - 28с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Метрология. Метрологическое обеспечение производства: сайт. – Москва, 2020. – URL: https://metrob.ru

Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование // Bourabai Research - Частное Боровское исследовательское учреждение по внедрению новых технологий: [сайт]. – 2020. – URL: http:// bour-abai.kz›metrology/metrology01.htm

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Занятия проводятся в учебной аудитории, предназначенной для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена необходимым оборудованием. Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных необходимым оборудованием.

В распоряжении обучающихся студентов имеются электронно-библиотечные системы.

Учебно-методические рекомендации для студентов

Для эффективного освоения дисциплины студентам необходимо проявлять наибольшую активность во время аудиторных занятий, следовать указаниям ведущего преподавателя, выполнять самостоятельную работу в объеме, установленном рабочей программой дисциплины.

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и позволяют сформировать систематизированные основы знаний по дисциплине, позволяют раскрыть наиболее сложные, основополагающие вопросы.

В ходе лекционных занятий надлежит конспектировать наиболее важные положения изучаемой темы, а по окончании занятия задавать вопросы, вызывающие затруднения с усвоением рассматриваемой темы. Рекомендуется перед следующим лекционным занятием повторить материал рассмотренной темы, изучить современную литературу, выполнить самостоятельную работу в заданном объеме.

Лабораторные занятия представляют собой в большей степени самостоятельности выполнение лабораторных работ, углубляют и закрепляют теоретические знания. На этих занятиях осваиваются навыки экспериментальных способов анализа действительности, формируются умения работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторное занятие проводится в составе академической группы с разделением на подгруппы. Для успешного выполнения лабораторных работ и освоения дисциплины следует знать теоретический материал соответствующей темы, четко следовать методике выполнения лабораторных работ, выданной преподавателем. По результатам выполнения лабораторной работы проводится оценка текущей успеваемости, которая суммируется к результатам

аттестации разделов.

Самостоятельная работа подразумевает под собой проработку теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы по той или иной теме, последующий отчет по результатам самостоятельной работы в форме, установленной преподавателем.

Методические рекомендации для преподавателей

На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в процессе подготовки бакалавра по направлению «Электроэнергетика и электротехника», ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

В ходе изложения лекционного материала следует приводить наиболее яркие и запоминающиеся примеры, задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию.

При подготовке к лабораторному занятию преподавателю необходимо ознакомиться с новейшими научными разработками, периодической печатью по тематике занятия для того, чтобы подчеркнуть важность изучаемых вопросов в области электромагнитных переходных процессов в системах электроснабжения, обозначить необходимость знания и понимания основополагающих теоретических вопросов, как базиса для последующего изучения дисциплин и успешного освоения квалификации бакалавра по направлению «Электроэнергетика и электротехника». В начале занятия необходимо четко обозначить цель, требования к выполнению лабораторных работ, содержание отчета по лабораторной работе. По результатам выполнения лабораторных работ целесообразно задавать обучающимся дополнительные и уточняющие вопросы с целью повышения глубины знаний по рассматриваемой теме. Вопросы необходимо построить таким образом, чтобы их содержание отражало наиболее значимые теоретические и практические результаты, получаемые в результате выполнения лабораторной работы. В конце занятия преподаватель должен ответить на вопросы студентов, обозначить наиболее важные выводы по тематике проводимого занятия.

После каждого лекционного и лабораторного занятия необходимо сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине.

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным. При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе. При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02. Электроэнергетика и электротехника.

Рабочую программу составил: доцент Костин Д.А.

Рецензент: доцент Устинов Н.А.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.02. Электроэнергетика и электротехника.

Председатель учебно-методической комиссии профессор Кобзев Р.А.