

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 23.09.2022 14:25:20
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:
Руководитель ООП:
Б.Б.Педько
«12» августа 2017 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Методы физических измерений

Направление подготовки
03.03.03 Радиоп физика

Программа подготовки
«Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств»

Для студентов 1 курса очной формы обучения

Составитель:
к.ф.-м.н., доцент Пастушенков А.Г.

Тверь 2017

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Методы физических измерений

2. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

- ознакомление студентов с основами метрологии, видами, методами и средствами измерения физических величин (электрических, магнитных и т.п.), способами оценки достоверности полученных экспериментальных результатов.
- получение студентами практических навыков в планировании и проведения эксперимента, обеспечивающего выбранную точность получения измерительной информации путем анализа методики определения физической величины и характеристик используемого оборудования.

Задачами освоения дисциплины являются:

- обеспечение возможности выбора грамотного построения алгоритма выполнения поставленной учебной, лабораторной или научной задачи.

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Методы физических измерений» относится к модулю 4 вариативной части учебного плана. Содержательно она дает знания об истории развития и основных понятиях науки метрологии, видах, методах и средствах измерения физических величин. Развивает практические навыки оценки достоверности экспериментально полученной измерительной информации о свойствах физических объектов, изучаемых в естественнонаучном и профессиональном циклах.

Обучающийся готовится к активной работе на практических и лабораторных занятиях в процессе освоения программы направления 03.03.03 – Радиофизика, прохождению учебной, и производственной практик, а также выполнению научно-исследовательской работы и подготовки выпускной квалификационной работы.

4. Объем дисциплины: 3 зачетных единицы, 108 академических часов, **в том числе контактная работа:** лекции 38 часов, лабораторные работы 38 часов; **самостоятельная работа:** 32 часа.

В учебном плане 2014 г.н. **объем дисциплины:** зачетных единицы, 108 академических часов, **в том числе контактная работа:** лекции 19 часов, лабораторные работы 38 часов, практические занятия 19 часов; **самостоятельная работа:** 32 часа.

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

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования ПК-1</p>	<p>Знать: Предмет, задачи и основные понятия науки метрология, способы определения достоверности полученных экспериментальных данных. Уметь: ставить задачу, строить алгоритм ее выполнения, практически выполнять измерительные операции; оценить достоверность полученных результатов. Владеть: приемами планирования хода выполнения поставленной задачи с необходимой степенью достоверности результатов ее выполнения.</p>
<p>способностью использовать основные методы радиофизических измерений ПК-2</p>	<p>Знать: виды, методы и средства измерения основных физических (электрических, магнитных и неэлектрических) величин; Уметь: на практике осуществлять выбор средств измерения физических величин, позволяющих выполнить поставленную задачу; Владеть: практическими навыками применения знаний в области измерения физических величин при проведении эксперимента при выполнении и учебной (лабораторных работ) и научной (выполнение курсовых и аттестационных работ) деятельности индивидуально и в составе малых групп.</p>

6. Форма промежуточного контроля – экзамен во втором семестре.

В учебном плане 2014 г.н. **форма промежуточного контроля** – зачет во втором семестре.

7. Язык преподавания русский.

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

1. Для студентов очной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практические (лабораторные) работы	
<p>1. Метрология – наука об измерениях.</p> <p>1.1. Предмет, задачи и средства метрологии. Краткая история развития метрологии. Основные понятия метрологии (измерение, физические свойства и величины).</p> <p>1.2. Виды измерений физических величин (прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения физических величин).</p> <p>1.3. Методы измерения физических величин (метод непосредственной оценки, методы сравнения).</p>	8	4		4
<p>2. Основные понятия теории погрешностей</p> <p>2.1. Классификация погрешностей. Основные понятия. Классификация погрешностей по способу выражения (абсолютная, относительная и приведенная погрешности), по источнику возникновения (инструментальная, методическая и субъективная), по характеру проявления (систематическая, случайная, прогрессирующая, ошибки первого и второго рода).</p> <p>2.2. Погрешность и неопределенность.</p> <p>2.3. Правила округления погрешностей и результатов измерений.</p>	8	4		4

<p>3. Оценка погрешности измерения физической величины 3.1. Систематическая погрешность. Виды систематической погрешности (по причинам возникновения, по характеру измерения). Методы устранения постоянных, переменных и монотонно изменяющихся систематических погрешностей. 3.2. Оценка величины случайных погрешностей. Доверительный интервал, доверительная вероятность. Оценка результата измерения. Оценка величины случайных погрешностей. Определение величины случайной погрешности в реальных условиях. Учет систематических и случайных ошибок. 3.3. Ошибки косвенных измерений (систематические и случайные ошибки).</p>	8	4		4
<p>4. Минимизация погрешности измерения физических величин 4.1. О точности вычислений. 4.2. Погрешность определения погрешности. 4.3. Необходимое число измерений.</p>	3	1		2
<p>5. Средства электрических измерений 5.1. Классификация. Погрешности, способы их выражения и нормирования. Классы точности.</p>	8	4		4
<p>6. Измерительные преобразователи 6.1. Основные понятия и определения. Классификация и общие свойства. 6.2. Гальваномагнитные преобразователи. 6.3. Индукционные преобразователи. 6.4. Магнитомеханические, кинетические, квантовые, магнитооптические, термоэлектрические.</p>	11	7		4
<p>7. Методы измерения электрических величин 7.1. Электрические величины и методы их измерения.</p>	4	2		2
<p>8. Методы измерения магнитных величин 8.1. Объект исследования, алгоритм получения измерительной информации. 8.2. Методы получения и измерения магнитных полей. 8.3. Методы измерения магнитных свойств магнитомягких и магнитотвердых материалов.</p>	11	7		4

<p>9. Методы измерения неэлектрических величин</p> <p>9.1. Виды неэлектрических величин. Электроизмерительные приборы и измерительные преобразователи для измерения неэлектрических величин.</p> <p>9.2. Температура. Методы и приборы для измерения температуры.</p> <p>9.3. Приборы для измерения геометрических и механических величин, для измерения концентрации жидкой и газообразной среды.</p>	9	5		4
<p>I-4. Виды и методы измерения физических величин</p> <p>1. Определение линейных, плоскостных и объемных параметров физических объектов.</p> <p>2. Определение массы малых объектов, используемых в магнитных измерениях.</p> <p>3. Определение плотности ферромагнитных тел методом гидростатического взвешивания.</p> <p>4. Определение площади петли гистерезиса магнитотвердых материалов.</p>	8		8	
<p>5. Средства электрических измерений</p> <p>5.1. Выбор электроизмерительных приборов для обеспечения предполагаемой точности определения</p>	2		2	
<p>измерительной информации.</p> <p>6. Измерительные преобразователи</p> <p>6.1. Применение гальваномагнитных преобразователей для измерения физических величин.</p> <p>6.2. Использование индукционных преобразователей для измерения физических величин.</p>	8		8	
<p><i>Промежуточное аттестационное занятие:</i></p>	2		2	
<p>7. Методы измерения электрических величин</p> <p>7.1. Электрические величины и методы их измерения.</p>	2		2	
<p>8. Методы измерения магнитных величин</p> <p>8.1. Алгоритм расчета магнитных характеристик МТМ.</p> <p>8.2. Измерение переменных и постоянных магнитных полей.</p> <p>8.3. Определение магнитных параметров ферромагнитных материалов.</p>	12		12	

9. Методы измерения неэлектрических величин 9.1. Неэлектрические величины и их измерение. 9.2. Измерение температуры. 9.3. Измерение геометрических и механических величин.	2		2	
<i>Промежуточное аттестационное занятие:</i>	2		2	
ИТОГО	108	38	38	32

В учебном плане 2014 г.н.

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1. Метрология – наука об измерениях. 1.1. Предмет, задачи и средства метрологии. Краткая история развития метрологии. Основные понятия метрологии (измерение, физические свойства и величины). 1.2. Виды измерений физических величин (прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения физических величин). 1.3. Методы измерения физических величин (метод непосредственной оценки, методы сравнения).	8	2	2		4
2. Основные понятия теории погрешностей 2.1. Классификация погрешностей. Основные понятия. Классификация погрешностей по способу выражения (абсолютная, относительная и приведенная погрешности), по источнику возникновения (инструментальная, методическая и субъективная), по характеру проявления (систематическая, случайная, прогрессирующая, ошибки первого и второго рода). 2.2. Погрешность и неопределенность. 2.3. Правила округления погрешностей и результатов измерений.	8	2	2		4

<p>3. Оценка погрешности измерения физической величины 3.1. Систематическая погрешность. Виды систематической погрешности (по причинам возникновения, по характеру измерения). Методы устранения постоянных, переменных и монотонно изменяющихся систематических погрешностей. 3.2. Оценка величины случайных погрешностей. Доверительный интервал, доверительная вероятность. Оценка результата измерения. Оценка величины случайных погрешностей. Определение величины случайной погрешности в реальных условиях. Учет систематических и случайных ошибок. 3.3. Ошибки косвенных измерений (систематические и случайные ошибки).</p>	8	2	2		4
<p>4. Минимизация погрешности измерения физических величин 4.1. О точности вычислений. 4.2. Погрешность определения погрешности. 4.3. Необходимое число измерений.</p>	3		1		2
<p>5. Средства электрических измерений 5.1. Классификация. Погрешности, способы их выражения и нормирования. Классы точности.</p>	8	2	2		4
<p>6. Измерительные преобразователи 6.1. Основные понятия и определения. Классификация и общие свойства. 6.2. Гальваноманометрические преобразователи. 6.3. Индукционные преобразователи. 6.4. Магнитомеханические, кинетические, квантовые, магнитооптические, термоэлектрические.</p>	11	3	4		4
<p>7. Методы измерения электрических величин 7.1. Электрические величины и методы их измерения.</p>	4	2			2
<p>8. Методы измерения магнитных величин 8.1. Объект исследования, алгоритм получения измерительной информации. 8.2. Методы получения и измерения магнитных полей. 8.3. Методы измерения магнитных свойств магнитомягких и магнитотвердых материалов.</p>	10	3	3		4

9. Методы измерения неэлектрических величин 9.1. Виды неэлектрических величин. Электроизмерительные приборы и измерительные преобразователи для измерения неэлектрических величин. 9.2. Температура. Методы и приборы для измерения температуры. 9.3. Приборы для измерения геометрических и механических величин, для измерения концентрации жидкой и газообразной среды.	10	3	3		4
I-4. Виды и методы измерения физических величин 1. Определение линейных, плоскостных и объемных параметров физических объектов. 2. Определение массы малых объектов, используемых в магнитных измерениях. 3. Определение плотности ферромагнитных тел методом гидростатического взвешивания. 4. Определение площади петли гистерезиса магнитотвердых материалов.	8			8	
5. Средства электрических измерений 5.1. Выбор электроизмерительных приборов для обеспечения предполагаемой точности определения	2			2	
измерительной информации. 6. Измерительные преобразователи 6.1. Применение гальваномагнитных преобразователей для измерения физических величин. 6.2. Использование индукционных преобразователей для измерения физических величин.	8			8	
<i>Промежуточное аттестационное занятие:</i>	2			2	
7. Методы измерения электрических величин 7.1. Электрические величины и методы их измерения.	2			2	
8. Методы измерения магнитных величин 8.1. Алгоритм расчета магнитных характеристик МТМ. 8.2. Измерение переменных и постоянных магнитных полей. 8.3. Определение магнитных параметров ферромагнитных материалов.	12			12	

9. Методы измерения неэлектрических величин	2			2	
9.1. Неэлектрические величины и их измерение.					
9.2. Измерение температуры.					
9.3. Измерение геометрических и механических величин.					
<i>Промежуточное аттестационное занятие:</i>	2			2	
ИТОГО	108	19	19	38	32

III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

3.1. Методические пособия по теме дисциплины;

3.2. Методические разработки (руководства по выполнению практических задач и лабораторных работ), включающие в себя:

- комплекс тем по рассматриваемым разделам дисциплины с примерами решения поставленных задач;
- рекомендации по выполнению лабораторных работ;
- рекомендации по организации самостоятельной работы студентов;

3.3. Примеры разрабатываемых практических задач.

3.3. Пример построения алгоритма выполнения разрабатываемых практических задач.

IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (или модулю)

Форма проведения промежуточного контроля: студенты, освоившие программу курса «Методы физических измерений» могут получить зачет по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.). Максимальная сумма баллов, которые можно получить за семестр 100.

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то зачет сдается согласно «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.).

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-1 способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования.

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<p>Заключительный</p> <p>Владеть - приемами планирования хода выполнения поставленной задачи с необходимой степенью достоверности результатов ее выполнения.</p>	<p>1 - Описать порядок принятия решения при выборе алгоритма определения степени достоверности сигнала измерительной информации, характеризующей физические свойства объекта исследования (конкретная физическая величина выбирается студентом из предложенного списка самостоятельно).</p> <p>2 - Описать порядок принятия решения при выборе порядка измерения линейных размеров объемной фигуры и нахождения ошибки вычисления ее объема.</p>	<p>1. Не владеет навыками системного мышления и работы с компьютерными программами при выработке целостного взгляда на проблемы, возникающие при планировании и решении проблем, возникающих в процессе выполнения поставленной физической задачи.</p> <p>2. Владеет отдельными навыками физического мышления и работы с применением оргтехники, и системного подхода при выполнении поставленной практической задачи.</p> <p>3. Удовлетворительно владеет навыками работы в предложенных условиях при выполнении поставленной задачи, использует основы планирования.</p> <p>4. Хорошо владеет навыками работы в предложенных условиях</p>

		<p>при выполнении поставленной задачи, использует основы планирования.</p> <p>5. Свободно ориентируется в элементах системного подхода при решении проблем, возникающих в процессе планирования и решения поставленной физической задачи с применением офисных программ и научной графики.</p>
<p>Промежуточный Уметь – ставить задачу, строить алгоритм ее выполнения, практически выполнять измерительные операции; оценить достоверность полученных результатов.</p>	<p>1 - Найти абсолютную погрешность измерения напряжения $U = 25$ В вольтметром на пределе 30 В, если его класс точности записывается как 0,2/0,02. Разделить мультипликативную и аддитивную составляющие.</p> <p>2 - Каким классом точности должен обладать вольтметр, обеспечивающий относительную погрешность измерения напряжения $U = 80$ В не хуже 2,6%. Прибор имеет шкалу (предел измерения) $0 \div 100$ В. Мультипликативная составляющая абсолютной погрешности в два раза больше, чем аддитивная¹.</p>	<p>1. Не умеет физически системно мыслить и решать проблемы, возникающие при планировании и выполнении поставленной физической задачи.</p> <p>2. Умеет пользоваться отдельными навыками физического мышления и системного подхода при выполнении поставленной практической задачи.</p> <p>3. Умеет удовлетворительно пользоваться навыками физического мышления и системного подхода использует основные офисные программы.</p> <p>4. Хорошо сочетает физические навыки и системный подход применения оргтехники при выполнении практической задачи.</p> <p>5. Самостоятельно применяет</p>

¹ $1 \cdot 10^n$; $1,5 \cdot 10^n$; $(1,6 \cdot 10^n)$; $2 \cdot 10^n$; $2,5 \cdot 10^n$; $(3 \cdot 10^n)$; $4 \cdot 10^n$; $5 \cdot 10^n$; $6 \cdot 10^n$; ($n=1, 0, -1, -2$ и т.д.)

		системный подход и оргтехнику при решении проблем, возникающих в процессе планирования и решения физической задачи.
Начальный Знать - Предмет, задачи и основные понятия науки метрология, способы определения достоверности полученных экспериментальных данных.	1. Предмет, задачи и средства метрологии 2. Основные понятия теории погрешностей 3. Учет систематической и случайной ошибок. (суммирование)	1. Не знает предмет, задачи и основные понятия метрологии, способы определения достоверности экспериментальных данных. 2. Знает лишь отдельные понятия метрологии, способы определения достоверности экспериментальных данных. . 3. Удовлетворительно знает предмет, задачи и основные понятия науки метрология, способы определения достоверности полученных экспериментальных данных 4. Хорошо знает основные законы и понятия метрологии, способы определения достоверности экспериментальных данных. 5. Исчерпывающе владеет знаниями основных законов понятий метрологии, способы определения достоверности экспериментальных данных.

2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-2 способностью использовать основные методы радиофизических измерений.

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------

<p>Заключительный</p> <p>Владеть – практическими навыками применения знаний в области измерения физических величин при проведении эксперимента при выполнении и учебной (лабораторных работ) и научной (выполнение курсовых и аттестационных работ) деятельности индивидуально и в составе малых групп.</p>	<p>1. Описать порядок принятия решения, при выборе способа измерения электрических (напряжения, мощности и др.) величин при использовании источников питания ограниченной мощности.</p> <p>2. Описать порядок принятия решения, при выборе способа измерения (прямого или косвенного) неэлектрических величин (магнитный поток, индукция магнитного поля и др.) при использовании лабораторных сетевых источников питания.</p>	<p>1. Не принимает решение о выборе способа измерения физических величин, не анализирует ход проведения эксперимента при выполнении поставленной экспериментальной задачи.</p> <p>2. Использует лишь ограниченные знания в выборе способа измерения физических величин.</p> <p>3. Удовлетворительно использует знания при выборе способа измерения физических величин.</p> <p>4. Умеет хорошо использовать знания построения эксперимента, но допускает ошибки при составлении алгоритма выполнения экспериментальной задачи.</p> <p>5. Свободно владеет практическими навыками применения знаний в области измерения физических величин.</p>
<p>Промежуточный</p> <p>Уметь - на практике осуществлять выбор средств измерения физических величин, позволяющих выполнить поставленную задачу.</p>	<p>1. Чувствительность и порог чувствительности электроизмерительного прибора. Определение. Способы выражения – математическая запись. Область применения понятия (рассмотреть аналоговые и цифровые приборы).</p> <p>2. Сходство и различие между относительной и приведенной основной погрешностями электроизмерительных приборов.</p>	<p>1. Не умеет осуществлять выбор средств измерения физических величин, позволяющих выполнить поставленную задачу.</p> <p>2. Имеет отдельные представления о возможности выбора средств измерения физических величин, для выполнения поставленной задачи.</p> <p>3. Удовлетворительно владеет основными навыками выбора средств измерения физических величин для выполнения поставленной задачи.</p>

		<p>4. Хорошо владеет основными навыками практического выбора средств измерения физических величин для выполнения поставленной задачи.</p> <p>5. Свободно владеет навыками выбора технических средств измерения физических величин, для выполнения поставленной задачи.</p>
<p>Начальный</p> <p>Знать – виды, методы и средства измерения основных физических (электрических, магнитных и неэлектрических) величин.</p>	<p>1. Прямые и косвенные измерения физических величин (определение, форма выражения - математическая запись, аппаратные средства, примеры).</p> <p>2. Погрешность измерения как совокупность систематической и случайной составляющих (определение, примеры).</p>	<p>1. Не знает виды, методы и средства измерения основных физических (электрических, и неэлектрических) величин.</p> <p>2. Имеет отдельные представления о видах, методах и средствах измерения основных физических (электрических, и неэлектрических) величин</p> <p>3. Удовлетворительно владеет основными навыками применения технических средств измерения основных физических (электрических, и неэлектрических) величин.</p> <p>4. Хорошо владеет навыками применения технических средств измерения основных физических (электрических, и неэлектрических) величин.</p> <p>5. Свободно владеет навыками применения технических средств измерения основных физических (электрических, и неэлектрических) величин.</p>

V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (или модуля)

а) Основная литература:

1. Ивлиев А. Д. Физика [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/163>.
2. А.Г. Пастушенков, Ю.Г. Пастушенков. Измерение физических величин. Часть 1. Метрология: виды, методы и средства измерений: учеб. пособие. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. – 140 с.
3. Ю.Г. Пастушенков, А.Г. Пастушенков. Постоянные магниты. Часть 2. Измерение магнитных характеристик: Учеб. пособие. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2016. – 128 с.
4. А.Н. Зайдель. Ошибки измерений физических величин: учебное пособие. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2009 (Архангельск). - 106 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=146
5. ГОСТ 8.401 "ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования". - М.- Изд-во стандартов. http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST_840180_Gosudarstvennaya_s.html

б) Дополнительная литература:

1. Зайдель А. Н. Ошибки измерений физических величин: учебное пособие. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2009 (Архангельск). - 106 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=146

VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Внутренние информационные ресурсы:

Научная библиотека ТвГУ – <http://library.tversu.ru>;

Сервер доступа к модульной объектно-ориентированной динамической учебной среде Moodle – <http://moodle.tversu.ru>;

Сервер обеспечения дистанционного обучения и проведения Web-конференций Mirapolis Virtual Room – <http://mvr.tversu.ru>;

Репозиторий научных публикаций ТвГУ – <http://eprints.tversu.ru>.

Внешние информационные ресурсы:

Научная электронная библиотека eLibrary.ru;

Электронная база данных диссертаций РГБ;

База данных Реферативных журналов ВИНТИ;

Полнотекстовый доступ к журналам AIP (Американский институт физики);

Полнотекстовый доступ к журналам и книгам издательства Springer Verlag;

Полнотекстовый доступ к отдельным журналам и книгам Института инженеров по электротехнике и электронике (Institute of Electrical and Electronics Engineers);

Реферативная база Inspec (доступ к рефератам и полным текстам монографий и научных статей в области физики, электротехники, электроники, коммуникаций, компьютерных наук и информационных технологий).

Лицензионное программное обеспечение:

Системное ПО:

Операционная система Microsoft Windows (версии XP и 7-10);

Microsoft Windows Server (версии 2003 R2 и 2008 R2);

Novell Netware 5.1.

Офисные программы:

- Microsoft Office Professional (версии 2003, 2007 и 2010-2010+).

Графика:

- Adobe Photoshop (версии CS2, CS4);
- Adobe Acrobat Professional (версии 7, 8, 9).

Научные расчеты и графика:

- OriginLab OriginPro 8.1.

Вспомогательное ПО:

- Словари ABBYY Lingvo;
- Антивирусное ПО Symantec Endpoint Protection.

VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

7.1.Примеры заданий для текущего контроля успеваемости

Погрешности измерений

Действительным значением величины является значение, которое...

1. воспроизводит или хранит единицу величины;
2. имеет нормированные метрологические характеристики;
3. имеет измеряемая величина;
4. близко к истинному.

. По способу выражения погрешности средств измерений могут быть...

1. случайные;
2. систематические;
3. приведенные;
4. грубые

Основы метрологии

. Раздел метрологии, занимающийся решением законодательных задач, называется...

1. прикладной;
2. законодательной;
3. теоретической;
4. расчетной.

Укажите цель метрологии:

1. обеспечение единства измерений с необходимой и требуемой, точностью;
2. разработка и совершенствование средств и методов измерений повышения их точности;
3. разработка новой и совершенствование, действующей правовой и нормативной базы;
4. совершенствование эталонов единиц измерения для повышения их точности.

Средства измерений и обработка результатов измерений

По назначению средства измерений подразделяют на...

1. эталон;
2. рабочее;
- 3.** мера;
4. образцовое.

Технические характеристики, описывающие свойства средств измерений и оказывающие влияние на результаты и на погрешности измерений, называется...

- 1.** метрологическими характеристиками;
2. метрологическими нормами;
3. динамическими характеристиками;
4. нормативно-техническими требованиями.

7.2. Темы рефератов по курсу «Методы физических измерений»

1. Измерение физических величин. Понятие и общие представления.
2. Измерение физических величин. Основные типы погрешностей и их расчет.
3. Методы прямых и косвенных измерений. Случайные погрешности косвенных измерений.
4. Прямые и косвенные измерения. Систематические погрешности.
5. Погрешности косвенных измерений.
6. Ошибки прямых измерений.
7. Ошибки косвенных измерений. Закон сложения ошибок.
8. Разновидности погрешностей.
9. Преобразователи физических величин. Общие представления.
10. Гальваномагнитные преобразователи.
11. Магниторезистивные преобразователи, общая классификация.
12. Магниторезисторы, свойства, виды и способы построения.
13. Преобразователи Холла.
14. Применение преобразователей Холла.

15. Индукционные преобразователи.
16. Применение индукционных преобразователей.
17. Сравнительный анализ преобразователей Холла и магниторезисторов.
18. Магнитодиодный эффект. Магниторезисторы.
19. Измерительные преобразователи.
20. Электроизмерительные приборы. Класс точности.
21. Измерение электрических величин.
22. Электрические измерения магнитных величин.
23. Исследование гистерезисных характеристик в постоянных магнитных полях.
24. Исследование свойств ферромагнетиков в переменных магнитных полях.
25. Электрические измерения неэлектрических величин.
26. Температура и ее измерение.
27. Измерение температуры бесконтактными методами. Пирометрия.
28. Термоэлектрические преобразователи. Принципы построения, применяемые материалы.
29. Методы измерения температуры.
30. Термопары, виды термопар, области применения и способы использования.

Примечание: подчеркнутые темы вынесены на полностью самостоятельное изучение.

7.3. Примеры решения практических задач

Задача: При измерении длины цилиндра с помощью микрометра, обеспечивающего точность измерения линейного размера 0,005 мм, получены семь значений X_i : 7,420; 7,415; 7,430; 7,420; 7,445; 7,410 и 7,425 мм. Определить доверительную вероятность того, что среднее арифметическое отличается от истинного (действительного) значения не более чем на 0,005 мм.

1-й шаг: из соотношения $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^7 X_i}{7}$ находим среднее арифметическое или действительное значение \bar{X} как

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{7,420 + 7,415 + 7,430 + 7,420 + 7,445 + 7,410 + 7,425}{7} = \\ &= \frac{51,965}{7} = 7,424 \text{ мм.}\end{aligned}$$

Это значит, что будет выполняться неравенство $(7,419 \leq \bar{X} \leq 7,429)$ мм.

2-й шаг: для полученных значений находим среднюю квадратическую ошибку S_n

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^7 (X_i - \bar{X})^2}{6}} = \sqrt{\frac{0,000787}{6}} = \sqrt{0,0001311} = 0,01145 \text{ мм.}$$

Вероятность того, что среднее арифметическое \bar{X} попадает в этот интервал, определяется следующим образом. В первую очередь находим значение коэффициента Стьюдента. Здесь $\Delta_X = 0,005$ мм, $n = 7$, а $S_n = 0,01145$

$$t_{\alpha,7} = \frac{\sqrt{n}\Delta_X}{S_n} = \frac{\sqrt{7} \cdot 0,005}{0,01145} = \frac{0,01323}{0,01145} = 1,155 \sim 1,2$$

В таблице 4 [4] в шестой строке (для $n = 7$) $t_{\alpha,7} = 1,2$ находится между столбцами с доверительной вероятностью $\alpha_1 = 0,7$ ($t_{0,7;7} = 1,1$) и $\alpha_2 = 0,8$ ($t_{0,8;7} = 1,4$). Можно удовлетвориться ответом, что для этого случая доверительная вероятность лежит между 0,7 и 0,8.

Если необходимо доверительную вероятность записать одним числом поступают двояко:

1. Если предположить, что между значениями $t_{0,7;7} = 1,1$ и $t_{0,8;7} = 1,4$ значения α меняются линейно, то для $t_{\alpha;7} = 1,2$ доверительная вероятность будет равна $\alpha \sim 0,72^*$.

* Зависит от точности таблиц, связывающих доверительные вероятности и коэффициенты Стьюдента.

Окончательный результат можно записать как

$$X = 7,425 \pm 0,005 \text{ мм, для } \alpha \sim 0,72.$$

2. Если необходимо получить более точное значение, то пропорциональную часть вычисляют подобно тому, как это делается при применении таблиц логарифмов.

Задача состоит в необходимости определения пропорциональной части Δ_α от величины α . Для этого вычисляют разность $t_{0,8;7} - t_{0,7;7} = 1,4 - 1,1 = 0,3$, затем разность $t_{\alpha;7} - t_{0,7;7} = 1,2 - 1,1 = 0,1$.

Саму пропорциональную часть Δ_α определяют из соотношения

$$\frac{\Delta_\alpha}{\alpha_2 - \alpha_1} = \frac{t_{\alpha;7} - t_{0,7;7}}{t_{0,8;7} - t_{0,7;7}},$$

Откуда $\Delta_\alpha = (\alpha_2 - \alpha_1) \frac{t_{\alpha;7} - t_{0,7;7}}{t_{0,8;7} - t_{0,7;7}} = 0,1 \frac{0,1}{0,3} = 0,033$ и $\alpha = \alpha_1 + \Delta_\alpha = 0,7 + 0,033 \sim 0,73$.

Окончательный результат можно записать как

$$X = 7,425 \pm 0,005 \text{ мм, для } \alpha \sim 0,73.$$

7.4. Примеры заданий для промежуточной аттестации успеваемости

7.4.1. Типовые задания для оценивания результатов сформированности компетенции ПК-1.

Категория знать:

- Предмет, задачи и средства метрологии.
- Методы устранения переменных и монотонно изменяющихся систематических погрешностей

Категория уметь:

- Два тела движутся навстречу друг другу со скоростями $V_1 = (90,0 \pm 5,5)$ км/час и $V_2 = (150,0 \pm 12,5)$ км/час. Рассчитать абсолютную (Δ) и относительную (δ) погрешности определения относительной скорости тел $V_{отн} = V_1 + V_2$.

Ошибка измерения суммарной скорости определяется случайными погрешностями ($S_{V1} = 5,5$ км/час, $S_{V2} = \pm 12,5$ км/час., если $n = 5$, $\alpha = 0,9$).

- Какой класс точности необходимо присвоить вольтметру, если он обеспечивает относительную погрешность измерения напряжения $U = 150$ В порядка 1,5 %.

Прибор имеет шкалу $50 \div 200$ В. Класс точности на корпусе прибора обозначается одним числом.

Категория владеть:

- При измерении длины карандаша получено шесть значений l_i : 5,52; 5,45; 5,48; 5,35; 5,41 и 5,49 мм.

Определить доверительную вероятность того, что среднее арифметическое \bar{l} отличается от истинного $l_{и}$ значения не больше чем на $\Delta_x^{cl} = 0,05$ мм.

Доверительную вероятность выразить одним числом.

Результат записать, используя правила округления погрешностей измерения физических величин.

- Проведено 6 измерений длины цилиндра. Среднее арифметическое из 6 измерений $\bar{l} = 18,52$ см. Средняя квадратичная ошибка $S_n = 0,28$.

Определить доверительную вероятность того, что среднее арифметическое \bar{l} отличается от истинного $l_{и}$ значения не больше чем на 0,25, т.е. будет выполняться неравенство $18,27 < l < 18,77$. Доверительную вероятность выразить одним числом.

Результат записать, используя правила округления погрешностей измерения физических величин.

7.4.2. Типовые задания для оценивания результатов сформированности компетенции ПК-2.

Категория знать:

- Средства измерения физических величин (определение, общая классификация, метрологические характеристики).

- Классы точности средств измерений (определение, форма выражения, обозначение).

Категория уметь:

- Рассчитать абсолютную (Δ) и относительную (δ) ошибки определения объема цилиндра $V = \frac{\pi D^2 h}{4}$, если $D = (150,0 \pm 5,5)$ мм, $h = (250,0 \pm 4,5)$ мм, $\pi = (3,14 \pm 0,005)$.

Ошибка измерения определяется систематическими погрешностями ($\Delta_D = \pm 5,5$ мм, $\Delta_h = \pm 4,5$ мм, $\pi = (3,14 \pm 0,005)$). Результат записать, используя правила округления погрешностей измерения физических величин.

- Каким классом точности должен обладать вольтметр для того, чтобы обеспечить относительную погрешность измерения напряжения $U = 80$ В не более 1,0%.

Прибор имеет шкалу $0 \div 100$ В. Класс точности на корпусе прибора обозначен одним числом.

Категория владеть:

- Принять участие в дискуссии:

1. Метрология – наука об измерениях.
2. Измерение физических величин. Проблемы достоверности.
3. Погрешности измерений физических величин. Способы определения.
4. Средства измерения физических величин (классификация, метрологические характеристики).
5. Классы точности средств измерения физических величин.

- Определить абсолютную и относительную погрешности измерения $U_1 = 100$ В, если абсолютная погрешность измерения $U_2 = 240$ В равна 6 В.

Прибор имеет шкалу (предел измерения) $0 \div 300$ В. Аддитивная и мультипликативная составляющие абсолютной погрешности имеют равную величину.

7.5. Методические указания для решения практических вопросов

Перечень методических разработок, доступных в научной библиотеке ТвГУ – <http://library.tversu.ru> поименован в списке основной 1, 2 и дополнительной 1 - 10 литературы.

7.6. Требования к рейтинг-контролю

Максимальная сумма баллов, которые можно получить за семестр 100.

- полусеместровая и семестровая аттестации 40 баллов (две контрольных работы по 20 баллов);
- два бонусных задания 10 баллов (по 5 баллов каждый);
- 10 баллов за работу на занятиях в семестре.

Все баллы, полученные в течение семестра, суммируются (60 баллов).

Задания по лабораторным работам должны быть выполнены полностью.

В соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов ТвГУ 40 баллов студент может получить на экзамене.

Шкала перевода рейтинговых баллов в оценку:

От 50 до 69 баллов – «удовлетворительно»;

От 70 до 84 баллов – «хорошо»;

От 85 до 100 баллов - «отлично».

Студенту, набравшему в течение семестра меньше 20 баллов, в экзаменационной ведомости выставляется оценка «неуд». Данному студенту разрешается пересдача экзамена во время указанного в расписании сессии по направлению из деканата.

7.7. Примерные вопросы для полусеместровой и семестровой рейтинговой аттестации

Измерение физических величин:

1. Измерение физических величин: определение, задачи, примеры (показать форму записи результата измерения физической величины).
2. Прямые измерения (определение, форма выражения - математическая запись, аппаратные средства, примеры).
3. Косвенные измерения (определение, форма выражения – математическая запись, аппаратные средства, примеры).
4. Дать определения измеренному, истинному и действительному значению физической величины.
5. Нулевой метод измерения физических величин (определение, примеры).
К какой классификационной группе методов измерения принадлежит?

6. Дифференциальный метод измерения физических величин (определение, примеры). К какой классификационной группе методов измерения принадлежит?

Ошибки измерения физических величин:

1. Погрешность измерения как совокупность систематической и случайной составляющих (определение, примеры).
2. Правила округления полученного экспериментального результата (проиллюстрировать на примерах когда абсолютная погрешность выражена целыми числами).
3. Действительное значение физической величины. Как действительное значение физической величины определяется на практике (привести пример).
4. Как на практике производится оценка истинного (действительного) значения измеряемой величины (объяснить на примере).
5. Погрешность измерения физической величины. Определение. Классификация в зависимости от условий возникновения погрешности.
6. Правила округления погрешностей (проиллюстрировать на примерах когда абсолютная погрешность выражена целыми числами).

Измерительные приборы:

1. Средства электрических измерений. Меры. Определение. Виды мер. Примеры.
2. Электроизмерительные приборы. Определение. Классификация по способу отображения измеряемой информации. Примеры.
3. Электроизмерительные приборы. Определение. Классификация по способу обработки измерительной информации. Примеры.
4. Электроизмерительные установки. Определение. Виды электроизмерительных установок. Примеры.
5. Измерительные информационные системы. Определение. Виды измерительных информационных систем. Примеры.

6. Метрологические характеристики электроизмерительных приборов.
Определение. Примеры.

Преобразователи физических величин (термины и определения):

1. Общая классификация преобразователей физических величин.
2. Основные свойства измерительных преобразователей (определения, примеры).
3. Гальваномагнитные преобразователи. Общее определение, физические явления, лежащие в основе их действия, принципы построения, общая классификация.
4. Преобразователи Холла (определение, принцип построения, общее устройство, требования к материалу чувствительной области). Привести примеры.
5. Магниторезисторы (определение и основные свойства).
6. Индукционные преобразователи. Общее определение, физические явления, лежащие в основе их действия, принципы построения, общая классификация.

Электроизмерительные приборы (определения и свойства):

1. Метрологические характеристики электроизмерительных приборов.
Определение. Примеры.
2. Абсолютная погрешность электроизмерительного прибора. Способы выражения – математическая запись, единицы измерения.
3. Абсолютные погрешности меры, электроизмерительного прибора и измерительного преобразователя. Определения.
4. Почему абсолютная погрешность электроизмерительного прибора выражается в единицах измерения шкалы прибора и имеет либо положительное, либо отрицательное значение. Обосновать.
5. Как определяется и где фиксируется величина абсолютной погрешности и поправки электроизмерительных приборов?

б. Чувствительность электроизмерительного прибора. Определение. Способы выражения – математическая запись. Область применения понятия (рассмотреть аналоговые и цифровые приборы).

VIII. Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (или модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (по необходимости)

Преподавание учебной дисциплины «Актуальные проблемы магнетизма» строится на сочетании классических и проблемно-практических лекций, на которых в форме дискуссии рассматриваются элементы программы курса, требующие конкретного решения для предложенных граничных условий в алгоритме решения предложенной задачи. Практические навыки выполнения практических задач приобретаются в процессе выполнения лабораторных работ. В процессе двусторонней деятельности формируются умения логически мыслить, и применять физические законы для решения конкретных практических проблем, понимать смысл универсальности проявления законов природы. Практические навыки выполнения экспериментальных задач приобретаются в процессе выполнения лабораторных работ. При необходимости, рассмотрение и решение практических задач ведется с применением офисных, графических и научно-графических программ поименованных в разделе VI настоящей рабочей программы дисциплины.

Степень освоения рассматриваемого материала определяется в периоды полусеместровой и семестровой рейтинговой аттестации при проведении тестирования и самостоятельной письменной работы.

Удельный вес занятий лекционного типа от общего объема часов составляет 33%, на самостоятельную работу - 33% от общего числа часов.

IX. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (или модулю)

Наименование специальных* помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лекционная аудитория № 226 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1 Микшерный пульт Yamaha MG-124C 2 Аудиокомплект (мик. пульт, акуст. усилитель, акуст. система, радиосистема) 3 Интерактивная система SMART Board 660i4 4 Мультимедийный проектор Epson EB-4850WU с потолочным креплением 5 Телекоммуникационный шкаф ШТК-М-18.6.6-3AAA с полками 6 Телекоммуникационный шкаф ШТК-М-18.6.6-3AAA с полками 7 Экран настенный ScreenMedia 213*213 (M082-08156) 8 Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB 21,5” 9 Комплект учебной мебели на 110 посадочных мест	Google Chrome – бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017
Учебно-научная лаборатория магнитных и электрических измерений № 40 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Вольтметр В7-78/1 2. Экран настенный ScreenMedia 153*203 3. Контроллер GPIB-USB-HS 778927-01 4. Сканер для вольтметра В7-78/1 5. Сканер для вольтметра В7-78/1 6. Двухфазный Lock-in усилитель SR 830 7. Двухфазный Lock-in усилитель SR 830 8. Компьютер iRU Corp 510 I5-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB 21.5" 9. Установка "Мишень" 10. Системный блок P4 1.6 512/ASUS	Google Chrome – бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017

	P4B266/DDR2*512/80Gb ST380021A(2ШТ)+клавиатура+мышь 11. Переносной комплект мультимедийной техники	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Помещения для самостоятельной работы:

Наименование помещений	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс физико-технического факультета. Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Компьютер RAMEC STORM C2D 4600/160Gb/ 256mB/DVD-RW +Монитор LG TFT 17" L1753S-SF – 12 шт 2. Мультимедийный комплект учебного класса (вариант № 2) Проектор Casio XJ-M140, настенный проекц. экран Lumien 180*180. ноутбук Dell N4050. сумка 15,6", мышь 3. Коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-port DGS-1016D 4. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 5. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 6. Демонстрационное оборудование комплект «LegoMidstormsEV3» 7. Комплект учебной мебели 	<p>Adobe Acrobat Reader DC - бесплатно</p> <p>Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009</p> <p>Google Chrome - бесплатно</p> <p>Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) - бесплатно</p> <p>Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.</p> <p>Lazarus 1.4.0 - бесплатно</p> <p>Lego MINDSTORM EV3 - бесплатно</p> <p>Mathcad 15 M010 - Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011</p> <p>MATLAB R2012b - Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012</p> <p>Microsoft Express Studio 4 - бесплатно</p> <p>MiKTeX 2.9 - бесплатно</p> <p>MPICH 64-bit – бесплатно</p> <p>MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатно</p> <p>Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017</p> <p>MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017</p>

Х. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины (или модуля)

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (или модуля)	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.	Раздел IV	Реквизиты «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» и «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.
2.	Раздел IX	Оснащенность аудиторного фонда для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов согласно «Справки МТО ООП ...»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г