



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

Согласовано

Руководитель ОП

Чуднова О.А.
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующая (ий) кафедрой

Инноватики, качества, стандартизации и сертификации

Шкарина Т.Ю.
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ЭТАЛОНЫ»**

27.03.01 Стандартизация и метрология
профиль: Стандартизация и сертификация
Очная форма подготовки

курс 3 семестр 6

Лекции 18 часов

Практические занятия не предусмотрены

Лабораторные работы 36 часов

в том числе с использованием МАО лек. 8 /пр. 0 /лаб. 18 час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 26 час.

самостоятельная работа 90 час.

в том числе на подготовку к экзамену 0 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 6 семестр

экзамен _____

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 10.03.2016 №_12-13-391

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Инноватики, качества, стандартизации и сертификации _ протокол № 1 от « 14 » _ сентября 2017 г.

Заведующий (ая) кафедрой ИКСС . Шкарина Т.Ю.
Составитель: д.м.н., профессор Шульгин Ю.П.

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Физические основы измерений и эталоны»

Дисциплина предназначена для бакалавров по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология, профиль «Стандартизация и сертификация». (Б1.Б.20)

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), лабораторные занятия (36 часов) и самостоятельная работа студента (90 часов). Дисциплина реализуется на 3 курсе, в 6 семестре. Дисциплина реализуется на основе знаний, полученных в рамках реализации дисциплин «Основы технического регулирования», «Введение в стандартизацию и метрологию», «Метрология», «Стандартизация и сертификация».

Цель дисциплины: формирование компетенций в области фундаментальных физических понятий, явлений и закономерностей, используемых в метрологической практике и измерительной технике, методов оценок погрешностей результатов измерения.

Задачи дисциплины:

▪ Изучить современные методы оценки погрешности при различных видах измерений, приемов и навыков выбора методики выполнения измерений и измерение конкретных физических величин с минимально возможными погрешностями;

▪ Получить навыки по использованию основных физических закономерностей, наиболее часто привлекаемых для решения задач экспериментального физического исследования требуемой точности.

Для успешного изучения дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- готовностью интегрироваться в научное, образовательное, экономическое, политическое и культурное пространство России и АТР (ОК-2);
- способностью и готовностью участвовать в организации работы по повышению научно-технических знаний, в развитии творческой инициативы,

рационализаторской и изобретательской деятельности, во внедрении достижений отечественной и зарубежной науки, техники, в использовании передового опыта, обеспечивающих эффективную работу учреждения, предприятия (ОПК-2);

- способностью участвовать в разработке проектов стандартов, методических и нормативных материалов, технической документации и в практической реализации разработанных проектов и программ, осуществлять контроль за соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов (ПК-1);
- способностью производить оценку уровня брака, анализировать его причины и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению (ПК-5);
- способностью участвовать в проведении сертификации продукции, технологических процессов, услуг, систем качества, производств и систем экологического управления предприятия (ПК-6);
- способностью осуществлять работы по подтверждению соответствия конкурентоспособности продукции, услуг и системы управления качеством (ПК-11).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3 способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством	Знает	Теоретические основы метрологического обеспечения и технического контроля
	Умеет	Применять методики выполнения измерений и измерение конкретных физических величин с минимально возможными погрешностями
	Владеет	Способностью измерять конкретные физические величины с минимально возможными погрешностями
ПК-4 способностью определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов, устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля, выбирать средства изме-	Знает	Нормы точности измерений
	Умеет	Способностью использовать нормы точности измерений и рассчитывать достоверность представленных данных
	Владеет	Способностью использовать основные физические закономерности, наиболее часто привлекаемых для решения задач экспериментального

рений и контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и проводить поверку, калибровку, юстировку и ремонт средств измерений		физического исследования требуемой точности
--	--	---

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» применяются следующие методы активного обучения: лекция-конференция, лабораторные работы.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 часов)

МОДУЛЬ 1. Физические основы измерений и эталоны (18 часов)

Раздел 1 Физические основы измерений (10 часов)

Тема 1 Вводная лекция (1 час)

Предмет “Физические основы измерений”. Его содержание. Распределение учебных часов и материала. Понятия об измерениях. Прямые и косвенные измерения. Виды погрешностей, возникающих при измерениях. Истинное значение. Случайная и систематическая погрешности. Грубая погрешность. Относительная и абсолютная погрешности.

Лекции проходят в виде «Лекция-беседа» (интерактивный метод ведения лекций):

- она предполагает максимальное включение обучающихся в интенсивную беседу с лектором путем умелого применения диалога. В этом случае средствами активизации выступают отдельные вопросы к аудитории, организация дискуссии с последовательным переходом её в диспут, создание условий для возникновения альтернатив;
- преимущество этой формы перед обычной лекцией состоит в том, что она привлекает внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, определяет содержание, методы и темп изложения учебного материала с учетом особенностей аудитории;

- вопросы к аудитории в начале лекции и по ходу ее проведения предназначены для выяснения мнений и уровня осведомленности слушателей по рассматриваемой проблеме, степени их готовности к восприятию последующего материала;

- вопросы адресуются ко всей аудитории, обучаемые отвечают с мест;

- с учетом разногласий или единодушия в ответах преподаватель строит свои дальнейшие рассуждения, получая при этом возможность наиболее доказательно изложить очередной тезис выступления, вопросы могут быть как элементарными, так и проблемного характера;

- слушатели, продумывая ответ на заданный вопрос, самостоятельно приходят к тем выводам и обобщениям, которые должен был сообщить им преподаватель, понимают глубину и важность обсуждаемой проблемы, что в свою очередь повышает их интерес к материалу и уровень его восприятия;

- при такой форме занятий преподаватель должен следить за тем, чтобы его вопросы не оставались без ответов, иначе они будут носить риторический характер и не обеспечат достаточной активизации мышления обучающихся;

- подача фактического материала, сообщение слушателям необходимой информации организуются таким образом, чтобы у них возникали вопросы по приведенным данным несколько раньше, чем их сформулирует преподаватель в виде задачи на обобщение;

- средства управления поисковой познавательной деятельностью слушателей на подобной лекции целесообразно подбирать таким образом, чтобы они помогали им не только усваивать теоретическую часть, но и методику подачи и исследования фактического материала, дидактические приемы как познавательные элементы, способы и пути исследования, научного поиска, содержательного рассуждения;

- в заключительной части занятия или на лекции, завершающей тему, целесообразно наиболее широко использовать контрольные вопросы, логические и практические задания. Делается это в целях контроля, определения уровня усвоения, понимания наиболее важных, стержневых положений,

имеющих методологическое значение для дальнейшей углубленной самостоятельной работы;

- кроме того, этим проверяется уровень усвоения и умения работать с проблемой для ее углубленной самостоятельной проработки и совершенствования навыков исследовательской деятельности обучающихся.

Тема 2 Основные положения теории случайных погрешностей (1 час)

Случайная погрешность. Среднее арифметическое. Случайная погрешность среднего арифметического. Доверительный интервал. Доверительная вероятность. Закономерности случайных погрешностей. Закон распределения Гаусса. Среднеквадратичное отклонение. Вероятность появления случайной величины. Оценка погрешности многократных измерений. Методика Стьюдента. Случайное отклонение. Случайная погрешность среднего арифметического. Коэффициент охвата Стьюдента. Запись конечного результата.

Тема 3. Алгоритм обработки результатов прямых измерений (1 час)

Таблицы измерений. Правила округления результатов измерений и вычислений. Дискретные функции распределения. Гистограммы распределения.

Тема 4. Погрешности однократных измерений (1 час)

Основная и дополнительная погрешности прибора. Класс точности. Связь абсолютной погрешности с классом точности. Общепринятые классы точности измерительных приборов. Понятие и примеры косвенного измерения. Оценка погрешности косвенных измерений. Вывод рабочих формул. Общий случай функциональной зависимости. Абсолютная и относительная погрешности косвенного измерения. Примеры.

Тема 5. Примеры оценки погрешностей косвенных измерений (1 час)

Специальные приемы оценки погрешности косвенных измерений. Операции над косвенными погрешностями. Линейная функциональная зависимость и ее регрессия. Нелинейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Метод парных точек. Взвешивание результатов.

Тема 6. Погрешности и здравый смысл (2 часа)

Практическое вычисление погрешностей. Объединение погрешностей. Систематическая погрешность. Окончательная погрешность. Вычисление погрешностей в сложных функциях. Погрешности и выбор методики измерения. Планирование эксперимента. Примеры.

Тема 7. Измерение длин и углов естественного масштаба (1 час)

Метод линейного и углового нониусов. Метод микрометрического винта. Ошибка параллакса и нулевого отсчета. Влияние температуры на измерение длины. Оптический метод. Катетометр.

Тема 8. Косвенные методы измерения длины (1 час)

Измерение расстояний методом триангуляции. База измерений. Определение наибольшей дальности измерения по заданной точности измерения угла при условии, что измеряемая дальность значительно больше базы измерений. Проведение оценок.

Тема 9. Измерение периода и частоты колебаний и вращений (1 час)

Метод биений. Эталон частоты. Метод фигур Лиссажу. Осциллограф-фазометр. Оценки точности измерений.

Раздел 2 Эталоны (8 часов)

Тема 10. Методы измерений периодов естественного масштаба (1 час)

Линейные и нелинейные колебания математического маятника. Механические, электрические и электромеханические колебания. Кварцевая синхронизация электрических колебаний.

Тема 11. Физические основы и принципы квантовых стандартов частоты (1 час)

Квантовые дискриминаторы, квантовые генераторы. Молекулярные генераторы на аммиаке. Атомно-лучевая трубка на атомах цезия как квантовый генератор частоты. Относительная нестабильность квантовых стандартов частоты.

Тема 12. Методы измерения давления (1 час)

Измерение абсолютного и разностного давлений. Измерение низких и сверхнизких давлений. Барометры, U-образные трубки, манометры. Преобразование разности давлений в деформацию упругого элемента. Оптические методы измерения давления. Интерферометры Жамена и Рэлея. Экспериментальная проверка классической теории нормальной дисперсии на интерферометре Рэлея-Левэ.

Тема 13. Методы измерения температуры (1 час)

Средства измерения температуры: термометрические, пирометрические, спектроскопические. Основные физические явления, используемые для измерения температуры: терморезистивные, термоэлектрические, термомагнитные, термошумовые. Термометры: ртутный, сопротивления, ионный. Явление Пельтье и Зеебека. Термопарный метод измерения температуры. Неконтактные пирометрические методы измерения температуры. Радиационный и яркостный пирометры. Термомагнитный и термошумовой методы измерения температуры.

Тема 14. Вольтамперная характеристика запираемого вакуумного термоэлектронного преобразователя (1 час)

Понятие о неравновесной и неизотропной функции распределения газа термоэлектронов и метод ее измерения.

Тема 15. Классический и квантовый эффекты Холла (1 час)

Метод измерения подвижности носителей тока в металлах и полупроводниках, основанный на эффекте Холла. Измерение фазы волновой функции и связанные с ней эффекты. Эффект Ахаронова-Бома.

Тема 16. Измерение абсолютного заряда электрона и его удельного заряда (1 час)

Опыт Милликена. Метод Томсона. Метод магнитной фокусировки Буша. Инерционный метод измерения заряда.

Тема 17. Естественные пределы точности измерений (1 час)

Броуновское движение. Шумы, обусловленные дискретностью вещества. Шумы и помехи. Дробовый эффект. Шумы Найквиста.

II. СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лабораторные работы (36 часов)

Занятие 1 (8 часов) Нелинейные колебания математического маятника и измерение локального значения ускорения свободного падения с различной точностью.

Занятие 2 (8 часов) Неравновесная функция распределения электронов запираемого вакуумного термоэлектронного преобразователя.

Занятие 3 (8 часов) Дистанционное измерение температуры нагретых тел пирометром.

Занятие 4 (8 часов) Прецизионное измерение скорости распространения света в газе интерферометром Рэлея.

Занятие 5 (4 часа). Защита лабораторных работ.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физические основы измерений и эталоны» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЙ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Вводная лекция	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 1 по 3
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
2	Тема 2. Основные положения теории случайных погрешностей	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 3 по 7
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
3	Тема 3. Алгоритм обработки результатов прямых измерений	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 8 по 11
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
4	Тема 4. Погрешности однократных измерений	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 12 по 14
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
5	Тема 5. Примеры оценки погрешностей косвенных измерений	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 15 по 19
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
6	Тема 6. Погрешности и здравый смысл	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 15 по 19
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
7	Тема 7. Измерение длин и углов естественного масштаба	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 20 по 36
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
8	Тема 8. Косвенные методы измерения длины	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 20 по 36
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
9	Тема 9. Измерение периода и частоты колебаний и вращений	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
10	Тема 10. Методы измерений периодов естественного масштаба	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
11	Тема 11. Физические основы и принципы квантовых стандартов частоты	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
12	Тема 12. Методы измерения давления	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
13	Тема 13. Методы измерения температуры	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
14	Тема 14. Вольтамперная характеристика запираемого вакуумного термоэлектрон-	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	

	ного преобразователя				
15	Тема 15. Классический и квантовый эффекты Холла	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
16	Тема 16. Измерение абсолютного заряда электрона и его удельного заряда	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
17	Тема 17. Естественные пределы точности измерений	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 20 по 50
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	

УО-3 Доклад, сообщение

Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

ПР-1 Тест

Средство контроля организованное так, что обучаемый отмечает правильные ответы (один из ответов является правильным) в предложенном ему тестовом задании. Оценка результатов тестирования осуществляется по общепринятым в ДВФУ критериям.

ПР-2 Контрольная работа

Продукт самостоятельной работы обучающегося, заключающегося в решении и защите в процессе публичного выступления индивидуальных заданий, содержание которых определяются самим обучаемым на основе ранее полученных данных или задания, определяемого преподавателем на основе типовых контрольных заданий.

ПР-3 Эссе

Подразумевает впечатления и соображения обучающегося по конкретному поводу или предмету изучения. Представляет собой глубоко персонифицированное мнение, сочетающее подчеркнута индивидуальную позицию обучающегося с ее изложением, ориентированным на студенческую аудиторию. Основой жанра является философское, публицистическое начало и свободная

манера повествования. Эссе относится к жанрам с нестрогими заданными характеристиками.

ПР-7 Конспект

Представляет собой краткое изложение или краткую запись лекционных или самостоятельных занятий обучающегося, которое проверяется и оценивается преподавателем или группой обучаемых по соответствующей теме.

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Дресвянников А.Ф., Ситников С.Ю., Сорокина И.Д. Эталоны физических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие. Электрон. текстовые данные. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. 141 с. 978-5-7882-1444-3. URL: <http://www.iprbookshop.ru/63562.html>
2. Дресвянников А.Ф., Горбунова Т.С., Колпаков М.Е., Ермолаева Е.А. Измерения, испытания, контроль. Физические основы, методы и средства [Электронный ресурс]: практикум. 2-е изд. Электрон. текстовые данные. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. 115 с. 978-5-7882-2000-0. URL: <http://www.iprbookshop.ru/79288.html>
3. Шульгин Ю.П., Набокова А.А., Сидорова Т.А. Метрология. Некоторые методы оценки результатов измерений в условиях учебных лабораторий

[Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа, [2015]. 76 с. URL: <http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/feFu:1872>

4. Афанасьев А.А., Погонин А.А. Физические основы измерений и эталоны: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2018. 246 с. (Высшее образование: Бакалавриат). URL: <http://znanium.com/catalog/product/8>

Дополнительная литература:

1. Сборник задач и вопросов по курсу «Физические основы измерений и эталоны» [Электронный ресурс] / сост. А. Ф. Дресвянников, И. Д. Сорокина. Электрон. текстовые данные. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. 179 с. 2227-8397. URL: <http://www.iprbookshop.ru/62664.html>
2. Попов Г.В., Земсков Ю.П., Квашнин Б.Н. Физические основы измерений в технологиях пищевой и химической промышленности [Электронный ресурс]: учебное пособие. Электрон. дан. СПб.: Лань, 2015. 256 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/60050>
3. Дехтярь Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие. М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. 154 с.: ISBN 978-5-905554-44-5. URL: <http://znanium.com/catalog/product/537788>
4. Сагалович С.Я., Андрюхина Т.Н., Ситкина Л.П. Метрология, стандартизация, сертификация [Электронный ресурс]: практикум. Электрон. текстовые данные. Саратов: Вузовское образование, 2016. 108 с. 2227-8397. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/54495.html>
5. Гордиенко В.Е. [и др.] Метрология, стандартизация и сертификация. Технические измерения [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. Электрон. текстовые данные. СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. 148 с. 978-5-9227-0654-4. URL: <http://www.iprbookshop.ru/74337.html>

Нормативно-правовые материалы

1. Федеральный закон «О техническом регулировании». 2002. URL: <http://www.consultant.ru/popular/techreg/>
2. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений». 2008. URL: <http://rg.ru/2008/07/02/izmereniya-dok.html>
3. Федеральный закон «О защите прав потребителей». 1992. URL: <http://www.consultant.ru/popular/consumerism/>
4. ГОСТ 25346-89. Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200005264>

Программное обеспечение:

Microsoft Excel с активированным приложением «Пакет анализа данных».

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:
предназначенных для изучения баз данных данной дисциплины, информационно-справочных и поисковых систем в настоящее время не существует.

Специальное программное обеспечение не предусмотрено.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины осуществляется с использованием лекций, практических занятий и лабораторных работ с разбором конкретных ситуаций, формирование навыков самостоятельной работы по получению и обобщению требуемой информации с контролем в виде опросов, семинаров-обсуждений, просмотр учебных фильмов, презентации PowerPoint с заданными темами обзоров.

Пояснения к формам работы:

1. По мере накопления теоретического материала и его закрепления на практике, лекционные занятия переводятся в форму активного диалога с обу-

чающимися с целью выработки суждений по изучаемой проблеме, что позволяет закрепить пройденный материал и выработать понимание места исследуемой проблемы, как в рамках данной дисциплины, так и в рамках общих компетенций бакалавра.

2. Все практические занятия сформированы на фактическом материале, взятом из исследований студентов старших курсов в рамках прохождения практик и написания ими выпускных квалификационных работ, из литературных источников, с целью демонстрации возможностей исследуемого аппарата.

Конспект лекций представлен в виде развернутого плана лекций, соответствующего структуре и содержанию дисциплины «Метрология» определенной в РПУД в соответствии с требованиями ГОС ВПО, по основным моментам могут быть приложены презентации лекций. С полным курсом лекций (теоретической частью дисциплины) можно ознакомиться по средствам изучения рекомендованной данным УМКД литературы (учебники, учебные пособия и пр.).

Лекция 1. Вводная лекция

Раскрывается предмет “Физических основ измерений”, его содержание, распределение учебных часов и материала. Понятия об измерениях. Прямые и косвенные измерения. Виды погрешностей, возникающих при измерениях. Истинное значение. Случайная и систематическая погрешности. Грубая погрешность. Относительная и абсолютная погрешности.

Лекция 2. Основные положения теории случайных погрешностей

Представлены закономерности возникновения случайных погрешностей, характеристика среднего арифметического. Случайная погрешность среднего арифметического. Доверительный интервал. Доверительная вероятность. Закономерности случайных погрешностей. Закон распределения Гаусса. Среднеквадратичное отклонение. Вероятность появления случайной величины. Оценка погрешности многократных измерений. Методика Стьюдента. Слу-

чайное отклонение. Случайная погрешность среднего арифметического. Коэффициент охвата Стьюдента. Запись конечного результата.

Лекция 3. Алгоритм обработки результатов прямых измерений

Рассмотрены таблицы и алгоритмы обработки результатов измерений. Приведены правила округления результатов измерений и вычислений. Рассмотрены дискретные функции распределения, гистограммы распределения.

Тема 4. Погрешности однократных измерений

Рассмотрены основная и дополнительная погрешности приборов, классы точности. Определена связь абсолютной погрешности с классом точности. Общепринятые классы точности измерительных приборов. Понятие и примеры косвенного измерения. Оценка погрешности косвенных измерений. Вывод рабочих формул. Общий случай функциональной зависимости. Абсолютная и относительная погрешности косвенного измерения.

Тема 5. Примеры оценки погрешностей косвенных измерений

Специальные приемы оценки погрешности косвенных измерений. Операции над косвенными погрешностями. Линейная функциональная зависимость и ее регрессия. Нелинейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Метод парных точек. Взвешивание результатов.

Тема 6. Погрешности и здравый смысл

Практическое вычисление погрешностей. Объединение погрешностей. Систематическая погрешность. Окончательная погрешность. Вычисление погрешностей в сложных функциях. Погрешности и выбор методики измерения. Планирование эксперимента. Примеры.

Тема 7. Измерение длин и углов естественного масштаба

Метод линейного и углового нониусов. Метод микрометрического винта. Ошибка параллакса и нулевого отсчета. Влияние температуры на измерение длины. Оптический метод. Катетометр.

Тема 8. Косвенные методы измерения длины

Измерение расстояний методом триангуляции. База измерений. Определение наибольшей дальности измерения по заданной точности измерения угла при

условии, что измеряемая дальность значительно больше базы измерений.
Проведение оценок.

Тема 9. Измерение периода и частоты колебаний и вращений

Рассмотрены метод биений, эталон частоты, метод фигур Лиссажу. Осциллограф-фазометр. Оценки точности измерений.

Тема 10. Методы измерений периодов естественного масштаба

Линейные и нелинейные колебания математического маятника. Механические, электрические и электромеханические колебания. Кварцевая синхронизация электрических колебаний.

Тема 11. Квантовые стандарты частоты

Квантовые дискриминаторы, квантовые генераторы. Молекулярные генераторы на аммиаке. Атомно-лучевая трубка на атомах цезия как квантовый генератор частоты. Относительная нестабильность квантовых стандартов частоты.

Тема 12. Методы измерения давления

Измерение абсолютного и разностного давлений. Измерение низких и сверхнизких давлений. Барометры, U-образные трубки, манометры. Преобразование разности давлений в деформацию упругого элемента. Оптические методы измерения давления. Интерферометры Жамена и Рэлея. Экспериментальная проверка классической теории нормальной дисперсии на интерферометре Рэлея-Левэ.

Тема 13. Методы измерения температуры

Средства измерения температуры: термометрические, пирометрические, спектроскопические. Основные физические явления, используемые для измерения температуры: терморезистивные, термоэлектрические, термомагнитные, термошумовые. Термометры: ртутный, сопротивления, ионный. Явление Пельтье и Зеебека. Термопарный метод измерения температуры. Неконтактные пирометрические методы измерения температуры. Радиационный и яркостный пирометры. Термомагнитный и термошумовой методы измерения температуры.

Тема 14. Запираемый вакуумный термоэлектронный преобраз-ль

Представлены понятия о неравновесной и неизотропной функции распределения газа термоэлектронов и метод ее измерения.

Тема 15. Классический и квантовый эффекты Холла

Рассмотрены метод измерения подвижности носителей тока в металлах и полупроводниках, основанный на эффекте Холла, измерение фазы волновой функции и связанные с ней эффекты. Эффект Ахаронова-Бома.

Тема 16. Измерение абсолютного заряда электрона

Представлены опыт Милликена, метод Томсона, метод магнитной фокусировки Буша и инерционный метод измерения заряда.

Тема 17. Естественные пределы точности измерений

Представлены доказательства броуновского движения. Рассмотрены шумы, обусловленные дискретностью вещества. Шумы и помехи присутствующие при измерении. Дробовый эффект. Шумы Найквиста.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа - Лаборатория Метрологии	Помещение, оснащенное 21 посадочным местом (столы лабораторные), в т.ч. имеется пять компьютеров Intel®Core™ 2Dual CPU 08300 2,50 GHz/230 Gb и один компьютер преподавателя; С целью демонстрации презентаций и видеоматериала помещение оборудовано плазменной панелью LG 42PG200R-R – 1 шт., передвижным экраном – 1 шт., и проектором Sanyo PROxtrax multiverse projector PLC XU75 – 1 шт; Имеется передвижная доска, предназначенная для написания текстов маркером и/или мелом
Мультимедийная аудитория	Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. Приводом; крепление настенно-потолочное ElproLargeElectrolProjecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А – уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Физические основы измерения и эталоны»

Направление подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология

профиль «Стандартизация и сертификация»

Форма подготовки очная

Одна из негативных сторон при самостоятельной работе студентов – скачивание готовых текстов из интернета. Для того чтобы снизить негативный эффект и повысить уровень подготовки студентов в данном УМКД сформулированы задания, таким образом, что студентам даже необходимую собирать информацию как из Интернета, так и пользуясь нормативной документацией. Обучающемуся необходимо подготавливаться для работ, как на практиках, так и на лекционных занятиях. Самостоятельная работа организована в следующих направлениях:

1) подготовка конспекта вопросов входящих в экзаменационные вопросы и не рассматриваемых на аудиторных занятиях;

2) подготовка Реферат-докладов с презентацией Power Point, с последующим обсуждением на консультациях;

3) в виде домашних задач, для закрепления изученного практического материала. При этом задачи представляют собой практические ситуационные задачи с заранее сформулированными условиями. Виды самостоятельной работы представлены: перечнем (таблица) примерных вариантов практических заданий и МУ «Средства и методы управления качеством: методические указания по проведению практических занятий и выполнению самостоятельной работы для студентов очной и заочной форм обучения специальности 220501 «Управление качеством».

**Перечень самостоятельной работы студентов.
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (90 час)**

Таблица 1 – Перечень самостоятельной работы обучающегося

Наименование самостоятельной работы	Наименование раздела, к которому относится СР	Рекомендуемое количество часов	Методическое обеспечение или рекомендуемые информационные источники	Вид отчетности
1	2	3	4	5
1 Физические величины как меры свойств объектов и явлений материального мира. Единицы физических величин	Т. 1-6	9	В соответствии с представленным основным и дополнительным списками литературы, статьи в Internet	Подготовленный реферат, доклад с презентацией

2 Отражение реального мира в результатах измерений. Принципиальная невозможность полного устранения неопределённости результатов измерений	Т. 1-6	то же	то же	то же
3 Размеры и параметры движения Земли. Угол 2π радиан. Ускорение при свободном падении. Скорость света. Нулевая термодинамическая температура и точки фазовых переходов	Т. 7-8	-//-	-//-	-//-
4 Масса и заряд электрона. Гиромагнитное отношение электрона и протона. Квант магнитного потока. Постоянная фон-Клитцинга и другие	Т. 9-11	-//-	-//-	-//-
5 Постоянная Планка. Постоянная Больцмана. Число Авогадро	Т. 9-11	-//-	-//-	-//-
6 Использование квантовых переходов между энергетическими уровнями электронов для воспроизведения единиц времени, частоты и длины	Т. 11-14	-//-	-//-	-//-
7 Использование эффектов Холла и Джозефсона для воспроизведения единиц электрического сопротивления и напряжения	Т. 11-14	-//-	-//-	-//-
8 Явление сверхпроводимости. Использование высокотемпературной сверхпроводимости для реализации переходов Холла и Джозефсона	Т. 15-17	-//-	-//-	-//-
9 Использование переходов Холла и Джозефсона в измерительной технике	Т. 15-17	-//-	-//-	-//-
10 Прямой пьезоэффект. Использование пьезоэлектрических датчиков для измерения сил и давлений. Многокомпонентные динамометры	Т. 15-17	-//-	-//-	-//-

Самостоятельная работа студентов заключается в углубленном изучении отдельных разделов и тем дисциплины в соответствии с тематическим планом, списком литературы на основе изучения основных информационных источников, в т.ч. интернет-ресурсов, результатом которого является выполнение заданий (трудозатраты – 90 час).

Самостоятельная работа выполняется на листе формата А4 машинописным текстом. На титульном листе указывают ФИО студента, группу, специальность, наименование кафедры, название дисциплины, тему, по которой выполняется работа. В конце работы необходимо проставить дату выполнения работы, дату сдачи работы и расписаться. Выполнять задания необходимо в указанном порядке. Ответы должны быть изложены, по возможности подробно и содержать 15-20 страниц, не более.

Требования к отчету по домашним задачам:

Отчет должен содержать:

- тему и цель работы;
- краткое описание каждого этапа выполнения;
- заполненную таблицу (при необходимости);
- разработанную схему (при необходимости);
- выводы.

Общее требование к презентациям: стиль – в соответствии с требованиями, установленными в ДВФУ; не более 10 слайдов; информация представляется в виде тезисов; таблиц; рисунков; исключается представление большого текстового фрагмента.

Критерии оценки (письменного/ устного доклада, реферата, сообщения, эссе, в том числе выполненных в форме презентаций):

✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив её содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной ис-

следовательской работы по теме исследования; методами и приёмами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

✓ 85-76 баллов – работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

✓ 75-61 балл – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.

✓ 60-50 баллов – если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст, без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трёх ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

Критерии оценки презентации доклада по реферату:

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведён анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведён анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательно 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов

Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

Контрольно-измерительные материалы по дисциплине представлены вопросами на зачет и примерными вариантами контрольных работ, предусмотренных РПУД в качестве промежуточной аттестации контроля освоения теоретической и практической составляющих дисциплины. Итоговая аттестация проходит в виде комплексной оценки, рассчитываемой единой информационной системой управления учебным процессом ТАНДЕМ, согласно учебному плану. Экзаменационные вопросы предназначены для самостоятельной подготовки студентов перед экзаменационной сессией.

Вопросы к зачету.

1. Что такое прямые измерения?
2. Что такое истинное значение измеряемой величины?
3. В чем заключается основная задача измерений?
4. Что такое систематическая погрешность?
5. Что такое случайная погрешность?
6. Что такое грубая погрешность?
7. Что такое абсолютная, относительная погрешность и точность измерения?
8. Что такое среднее арифметическое ряда измерений?
9. Свойства случайной погрешности среднего арифметического.
10. Как записывается окончательный результат обработанных измерений?
11. Что такое доверительная вероятность и доверительный интервал?

12. Каким закономерностям подчиняются случайные погрешности?
13. Что такое нормальный закон распределения и каковы его свойства?
14. Чему равна вероятность того, что случайная погрешность заключена в заданном интервале? Что это означает при проведении измерений?
15. Как оценивается погрешность прямых многократных измерений по методике Стьюдента?
16. Что такое случайное отклонение?
17. Что такое среднеквадратическое отклонение?
18. Как правильно округлять абсолютную погрешность?
19. Как округляют среднее арифметическое ?
20. Что такое прецизионные измерения?
21. Что такое косвенное измерение?
22. Как записывают результат обработки косвенного измерения?
23. Как вывести расчетную формулу для погрешности косвенного измерения при общем виде функциональной зависимости?
24. Какие операции нужно выполнить, чтобы получить относительную погрешность косвенных измерений в соотношениях, которые подвергаются логарифмированию?
25. Привести примеры вычисления погрешности косвенного измерения для частных случаев функциональных зависимостей.
26. Как оценивать погрешность однократного прямого измерения?
27. Дискретные функции распределения. Гистограммы распределения случайных величин. Их основные параметры.
28. Линейный регрессионный анализ. Нелинейная парная регрессия. Метод парных точек.
29. Приближение к прямой методом наименьших квадратов.
30. Взвешивание результатов измерений. Статистический вес.
31. Взвешенное среднее и взвешенная погрешность измерений.

32. Погрешности и планирование методики эксперимента. Объединение погрешностей. Существенная и несущественная погрешность. Окончательная погрешность.

33. Измерение длины естественного масштаба. Ошибка параллакса и нулевого отсчета.

34. Влияние температуры на измерение длины естественного масштаба.

35. Косвенные методы измерения длины. Локационный способ измерения расстояний.

36. Косвенные методы измерения длины. Метод триангуляции. Оценка наибольшей дальности измерения по заданной точности измерения угла.

37. Методы измерения давления. Барометры, манометры. Прецизионные методы измерения давления. Интерферометры.

38. Методы измерения температуры. Контактный и неконтактный термометрические методы.

39. Явление Пельтье и Зеебека. Термопарный метод измерения температуры.

40. Термомагнитный метод измерения температуры. Термошумовой метод.

41. Неконтактные методы измерения температуры. Тепловое излучение. Законы Кирхгофа, Вина и Стефана-Больцмана.

42. Оптическая пирометрия. Радиационный пирометр. Яркостный пирометр с исчезающей нитью.

43. Методы измерения частоты и периода. Механические и электрические колебания. Линейные и нелинейные колебания математического маятника.

44. Измерение фазы. Фигуры Лиссажу.

45. Измерение частоты методом биений.

46. Измерение малых периодов времени. Квантовый стандарт частоты. Физические принципы квантового стандарта частоты.

47. Молекулярный генератор на аммиаке.

48. Атомно-лучевая трубка на атомах цезия.

49. Естественные пределы точности измерений. Броуновское движение.
Шумы сопротивления.

50. Естественные пределы точности измерений. Шумы, обусловленные дискретностью вещества. Шумы и помехи окружающей среды.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Физические основы измерения и эталоны»

Направление подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология

профиль «Стандартизация и сертификация»

Форма подготовки (очная)

Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине Физические основы измерения и эталоны
(наименование дисциплины, вид практики)

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
Способность выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством (ПК3)	Знает	основы метрологического обеспечения предприятий и организаций в процессе технического контроля. Знает методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством
	Умеет	использовать основы метрологического обеспечения предприятий и организаций в процессе технического контроля. Умеет использовать средства измерений, контроля, испытаний и управления качеством
	Владеет	Методами организации метрологического обеспечения предприятий и организаций для целей технического контроля производства. Владеет методами и средствами измерений, контроля, испытаний и управления качеством
способностью определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов, устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и проводить поверку, калибровку, юстировку и ремонт средств измерений (ПК-4)	Знает	основы, регламентирующие работы по ЕИ и МО и их обеспечение в организации; НТД, регламентирующие вопросы хранения и обслуживания эталонов и поверочного оборудования;
	Умеет	проверять состояние рабочих эталонов, средств поверки и калибровки; устранять неисправности поверочного и калибровочного оборудования, не требующего привлечения ремонтного персонала; готовится к проведению измерений для определения действительных значений контролируемых параметров
	Владеет	методами проверки состояния рабочих эталонов, средств поверки и калибровки; способами устранения неисправностей оборудования, не требующих привлечения ремонтного персонала; выбором методов и средств измерений; проведением измерительного эксперимента

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Вводная лекция	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 1 по 3
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	
2	Тема 2. Основные положения теории случайных погрешностей	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 3 по 7
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	
3	Тема 3. Алгоритм обработки результатов прямых измерений	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 8 по 11
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	
4	Тема 4. Погрешности однократных измерений	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 12 по 14
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	
5	Тема 5. Примеры оценки погрешностей косвенных измерений	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 15 по 19
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	
6	Тема 6. Погрешности и здравый смысл	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 15 по 19
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	
7	Тема 7. Измерение длин и углов естественного масштаба	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 20 по 36
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	
8	Тема 8. Косвенные методы измерения длины	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 20 по 36
			умеет	ПР-1	
			владеет	УО-3	
9	Тема 9. Измерение периода и частоты колебаний и вращений	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	
10	Тема 10. Методы измерений периодов естественного масштаба	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	
11	Тема 11. Физические основы и принципы квантовых стандартов частоты	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	
12	Тема 12. Методы измерения давления	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	
13	Тема 13. Методы измерения температуры	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	
14	Тема 14. Вольтамперная характеристика запираемого вакуумного термоэлектронного преобразователя	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	

15	Тема 15. Классический и квантовый эффекты Холла	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	
16	Тема 16. Измерение абсолютного заряда электрона и его удельного заряда	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 37 по 50
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	
17	Тема 17. Естественные пределы точности измерений	ПК-3 ПК-4	знает	ПР-7	Вопросы к зачету с 20 по 50
			умеет	ПР-7	
			владеет	УО-3	

Описание оценочных средств

УО-3 Доклад, сообщение

Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

ПР-1 Тест

Средство контроля организованное так, что обучаемый отмечает правильные ответы (один из ответов является правильным) в предложенном ему тестовом задании. Оценка результатов тестирования осуществляется по общепринятым в ДВФУ критериям.

ПР-2 Контрольная работа

Продукт самостоятельной работы обучающегося, заключающегося в решении и защите в процессе публичного выступления индивидуальных заданий, содержание которых определяются самим обучаемым на основе ранее полученных данных или задания, определяемого преподавателем на основе типовых контрольных заданий.

ПР-3 Эссе

Подразумевает впечатления и соображения обучающегося по конкретному поводу или предмету изучения. Представляет собой глубоко персонифицированное мнение, сочетающее подчеркнуто индивидуальную позицию обучающегося с ее изложением, ориентированным на студенческую аудиторию. Основой жанра является философское, публицистическое начало и свободная

манера повествования. Эссе относится к жанрам с нестрогими заданными характеристиками.

ПР-7 Конспект

Представляет собой краткое изложение или краткую запись лекционных или самостоятельных занятий обучающегося, которое проверяется и оценивается преподавателем или группой обучаемых по соответствующей теме.

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Квалиметрия» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Квалиметрия» проводится в форме контрольных мероприятий (*доклада, сообщения, проверки конспектов*) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Критерии оценки (письменного/ устного доклада, реферата, сообщения, в том числе выполненных в форме презентаций):

✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив её содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приёмами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

✓ 85-76 баллов – работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

✓ 75-61 балл – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.

✓ 60-50 баллов – если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст, без каких бы то ни было комментариев и анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трёх ошибок в смысловом содержании рассматриваемой проблемы, в оформлении работы.

Критерии оценки презентации доклада:

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведён анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведён анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательно 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов

Оформление	Не использованы технологии PowerPoint. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии PowerPoint частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии PowerPoint. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (PowerPoint и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

Темы докладов и презентаций

по дисциплине Физические основы измерений и эталоны

Тема 1. Физические величины как меры свойств объектов и явлений материального мира. Единицы физических величин

Тема 2. Отражение реального мира в результатах измерений. Классическая измерительная процедура: сравнение неизвестного размера с известным. Принципиальная невозможность полного устранения неопределённости результатов измерений

Тема 3. Размеры и параметры движения Земли. Угол 2π радиан. Ускорение при свободном падении. Скорость света. Нулевая термодинамическая температура и точки фазовых переходов. Другие константы макромира

Тема 4. Масса и заряд электрона. Гиромагнитное отношение электрона и протона. Квант магнитного потока. Постоянная фон-Клитцинга. Постоянная тонкой структуры. Гравитационная постоянная

Тема 5. Постоянная Планка. Постоянная Больцмана. Число Авогадро

Тема 6. Использование квантовых переходов между энергетическими уровнями электронов для воспроизведения единиц времени, частоты и длины

Тема 7. Использование эффектов Холла и Джозефсона для воспроизведения единиц электрического сопротивления и напряжения

Тема 8. Явление сверхпроводимости. Использование высокотемпературной сверхпроводимости для реализации переходов Холла и Джозефсона. Использование переходов Холла и Джозефсона в измерительной технике

Тема 9. Интерференция света. Интерферометрический метод измерения линейных размеров: двухлучевой интерферометр Майкельсона; интерферометр с двухчастотным гелий-неоновым лазером. Многоцелевые лазерные интерферометры. Рентгеновская интерферометрия. Голографическая интерферометрия

Тема 10. Прямой пьезоэффект. Использование пьезоэлектрических датчиков для измерения сил и давлений. Многокомпонентные динамометры

Критерии оценки:

50-60 баллов (неудовлетворительно) – выставляется студенту, если: Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы. Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины. Не использованы технологии PowerPoint. Больше 4 ошибок в представляемой информации. Нет ответов на вопросы.

61-75 баллов (удовлетворительно) выставляется студенту, если:

Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы. Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательно 1-2 профессиональных термина. Использованы технологии PowerPoint частично. 3-4 ошибки в представляемой информации. Только ответы на элементарные вопросы.

76-85 баллов (хорошо) выставляется студенту, если:

Проблема раскрыта. Проведён анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы. Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов. Использованы технологии PowerPoint.

Не более 2 ошибок в представляемой информации. Ответы на вопросы полные и/или частично полные.

86-100 баллов (отлично) выставляется студенту, если:

Проблема раскрыта полностью. Проведён анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы. Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Исполь-

зовано более 5 профессиональных терминов. Широко использованы технологии (PowerPoint и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации. Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений.

Составитель _____ Ю.П. Шульгин
(подпись)

« _____ » _____ 20 г.

Вопросы к зачету.

1. Что такое прямые измерения?
2. Что такое истинное значение измеряемой величины?
3. В чем заключается основная задача измерений?
4. Что такое систематическая погрешность?
5. Что такое случайная погрешность?
6. Что такое грубая погрешность?
7. Что такое абсолютная, относительная погрешность и точность измерения?
8. Что такое среднее арифметическое ряда измерений?
9. Свойства случайной погрешности среднего арифметического.
10. Как записывается окончательный результат обработанных измерений?
11. Что такое доверительная вероятность и доверительный интервал?
12. Каким закономерностям подчиняются случайные погрешности?
13. Что такое нормальный закон распределения и каковы его свойства?
14. Чему равна вероятность того, что случайная погрешность заключена в заданном интервале? Что это означает при проведении измерений?
15. Как оценивается погрешность прямых многократных измерений по методике Стьюдента?
16. Что такое случайное отклонение?
17. Что такое среднеквадратическое отклонение?

18. Как правильно округлять абсолютную погрешность?
19. Как округляют среднее арифметическое ?
20. Что такое прецизионные измерения?
21. Что такое косвенное измерение?
22. Как записывают результат обработки косвенного измерения?
23. Как вывести расчетную формулу для погрешности косвенного измерения при общем виде функциональной зависимости?
24. Какие операции нужно выполнить, чтобы получить относительную погрешность косвенных измерений в соотношениях, которые подвергаются логарифмированию?
25. Привести примеры вычисления погрешности косвенного измерения для частных случаев функциональных зависимостей.
26. Как оценивать погрешность однократного прямого измерения?
27. Дискретные функции распределения. Гистограммы распределения случайных величин. Их основные параметры.
28. Линейный регрессионный анализ. Нелинейная парная регрессия. Метод парных точек.
29. Приближение к прямой методом наименьших квадратов.
30. Взвешивание результатов измерений. Статистический вес.
31. Взвешенное среднее и взвешенная погрешность измерений.
32. Погрешности и планирование методики эксперимента. Объединение погрешностей. Существенная и несущественная погрешность. Окончательная погрешность.
33. Измерение длины естественного масштаба. Ошибка параллакса и нулевого отсчета.
34. Влияние температуры на измерение длины естественного масштаба.
35. Косвенные методы измерения длины. Локационный способ измерения расстояний.
36. Косвенные методы измерения длины. Метод триангуляции. Оценка наибольшей дальности измерения по заданной точности измерения угла.

37. Методы измерения давления. Барометры, манометры. Прецизионные методы измерения давления. Интерферометры.

38. Методы измерения температуры. Контактный и неконтактный термометрические методы.

39. Явление Пельтье и Зеебека. Термопарный метод измерения температуры.

40. Термомагнитный метод измерения температуры. Термошумовой метод.

41. Неконтактные методы измерения температуры. Тепловое излучение. Законы Кирхгофа, Вина и Стефана-Больцмана.

42. Оптическая пирометрия. Радиационный пирометр. Яркостный пирометр с исчезающей нитью.

43. Методы измерения частоты и периода. Механические и электрические колебания. Линейные и нелинейные колебания математического маятника.

44. Измерение фазы. Фигуры Лиссажу.

45. Измерение частоты методом биений.

46. Измерение малых периодов времени. Квантовый стандарт частоты. Физические принципы квантового стандарта частоты.

47. Молекулярный генератор на аммиаке.

48. Атомно-лучевая трубка на атомах цезия.

49. Естественные пределы точности измерений. Броуновское движение. Шумы сопротивления.

50. Естественные пределы точности измерений. Шумы, обусловленные дискретностью вещества. Шумы и помехи окружающей среды.

Аттестация студентов. Аттестация студентов по дисциплине «Физические основы измерений и эталоны» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Аттестация проводится в виде устных ответов на зачетные вопросы.