МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Инженерный институт

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____ «___»_____20__г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Метрология и физико-технические измерения Б1.Б.20

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика
Профиль подготовки: не предусмотрено
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Фазлыйяхматов М.Г.

Рецензент(ы):
Ларионов В.М.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Кашапов Р. Н.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Инженерного института:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 868115019

Казань
2019

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) документовед Фазлыйяхматов М.Г. Отдел метрологии, сертификации и стандартизации КФУ , mfazlyjy@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Учебная дисциплина "Метрология и физико-технические измерения" относится к базовой (общепрофессиональной) части профессионального цикла дисциплин учебного плана подготовки бакалавров и имеет своей целью формирование у обучающихся компетенций о понятиях и определениях измерения, физических величин, единства измерений. Курс опирается на знания по курсам "Механика", "Математический анализ", "Общий физический практикум", "Теория вероятностей и математическая статистика". Основу методики изучения курса составляют лекции и практические занятия.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел Б1.Б.20 основной образовательной программы 223200.62 Техническая физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способностью к самоорганизации и самообразованию
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров
ПК-17 (профессиональные компетенции)	способностью анализировать технологический процесс как объект управления
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способностью использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- метрологическое обеспечение технической физики;
- основные принципы измерения;
- источники ошибок, виды погрешностей измерения, оценки погрешностей измерения;
- методы обработки и представление результатов измерений.

2. должен уметь:
- обрабатывать и оценивать погрешности полученных данных.

3. должен владеть:
- методами определения числовых оценок результатов измерений;
- методами оценки точности проводимых измерений.

4. должен демонстрировать способность и готовность:
- самостоятельной организации проведения измерений;
- проведения измерений в соответствии с выбранной методикой измерений и с имеющимися в его распоряжении измерительных средств;
- обработки результатов измерений и оценки их точности.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Предмет и задачи метрологии. Основы метрологии.	3	1-3	6	4	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Результаты измерений и их погрешности.	3	4-12	6	20	0	Контрольная работа Устный опрос Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Физико-технические измерения. Методы и средства измерения физических величин.	3	13-18	12	16	0	Устный опрос Устный опрос Реферат
.	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	Зачет
	Итого			24	40	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Предмет и задачи метрологии. Основы метрологии.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

1. Предмет и задачи метрологии. Структура метрологии. История развития метрологии. Основные понятия и определения. Классификация измерений. Единицы измерения. 2. Физическая величина. Системы физических величин. Физические величины и измерения. Эталоны и образцовые средства измерений. Характеристики средств измерений. 3. Метрологическое обеспечение и его основы.

практическое занятие (4 часа(ов)):

1. Средства измерений и их характеристики. Меры, калибры и универсальные средства измерений. Прямые, относительные, косвенные и совокупные измерения.. 2. Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный метрологический контроль и надзор.

Тема 2. Результаты измерений и их погрешности.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

1. Погрешность измерений. Виды погрешностей. Классификация погрешностей. Принципы описания и оценивания погрешностей. 2. Систематические погрешности, обнаружение и исключение. Компенсация систематической погрешности в процессе измерения. 3. Случайные погрешности Вероятностное описание результатов и погрешностей.

практическое занятие (20 часа(ов)):

1. Прямые измерения с многократными наблюдениями. 2. Обработка данных. 3. Прямые однократные измерения с точным оцениванием погрешности. 4. Однократные измерения с приближенным оцениванием погрешности. 5. Косвенные измерения. 6. Совместные измерения. 7. Оценивание достоверности контроля и погрешности испытаний.

Тема 3. Физико-технические измерения. Методы и средства измерения физических величин.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

1. Измерение температуры. Температурные шкалы. Преобразователи температуры, области и способы их применения. 2. Способы измерения давления. 3. Измерение расхода жидкости, газа и пара. Сужающие устройства. Электромагнитные и тахометрические расходомеры. Термоанемометры. Напорные трубки. Калориметрические методы измерения расхода. 3. Методы контроля состава газовых смесей. 4. Измерение уровня жидкости. Типы уровнемеров. 5. Измерение геометрических размеров. Общие сведения. Измерение шероховатости поверхности. 6. Элементы теории динамических измерений. Общие сведения. Полные динамические характеристики средств измерения. Коррекция динамических погрешностей.

практическое занятие (16 часа(ов)):

1. Измерения геометрических величин: длин; отклонений формы поверхностей; параметров сложных поверхностей; углов. 2. Измерения механических величин: массы; силы; крутящих моментов, напряжений и деформаций; параметров движения; твердости. 3. Измерения параметров потока, расхода, уровня, объема веществ: массового и объемного расхода жидкостей в трубопроводах; расхода газов; вместимости; параметров открытых потоков; уровня жидкости. 4. Измерения давлений, вакуумные измерения: избыточного давления; абсолютного давления; переменного давления; вакуума. 5. Физико-химические измерения: вязкости; плотности; содержаний (концентрации) компонентов в твердых, жидких и газообразных веществах; влажности газов, твердых веществ; электрохимические измерения. 6. Теплофизические и температурные измерения: температуры; теплофизических величин. 7. Методы измерения времени и частоты: измерения интервалов времени; измерения частоты периодических процессов; методы и средства передачи размеров единиц времени и частоты. 8. Измерения электрических и магнитных величин на постоянном и переменном токе: силы тока, количества электричества, электродвижущей силы, напряжения, мощности и энергии, угла сдвига фаз; электрического сопротивления, проводимости, емкости, индуктивности и добротности электрических цепей; параметров магнитных полей; магнитных характеристик материалов. 8. Измерения акустических величин: акустические - в воздушной среде и в газах; акустические - в водной среде; акустические - в твердых телах; аудиометрия и измерения уровня шума. 11. Оптические и оптико-физические измерения: световые, измерения оптических свойств материалов в видимой области спектра; энергетических параметров некогерентного оптического излучения; энергетических параметров пространственного распределения энергии и мощности непрерывного и импульсного лазерного и квазимонохроматического излучения; спектральных, частотных характеристик, поляризации лазерного излучения; параметров оптических элементов, оптических характеристик материалов; характеристик фотоматериалов и оптической плотности. 12. Измерения ионизирующих излучений и ядерных констант: дозиметрических характеристик ионизирующих излучений; спектральных характеристик ионизирующих излучений; активности радионуклидов; радиометрических характеристик ионизирующих излучений.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. Предмет и задачи метрологии. Основы метрологии.	3	1-3	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Результаты измерений и их погрешности.	3	4-12	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Физико-технические измерения. Методы и средства измерения физических величин.	3	13-18	подготовка к реферату	10	реферат
				подготовка к устному опросу	8	устный опрос
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- дискуссия;
- мозговой штурм ;
- case-study (анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ);
- работа в малых группах;
- использование общественных ресурсов (приглашение специалиста, экскурсии);
- интерактивная лекция с применением видео- и аудиоматериалов;
- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение. Предмет и задачи метрологии. Основы метрологии.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Предмет метрологии. 2. Структура теоретической метрологии. 3. Испытания образцов продукции. 4. Измерительный контроль. 5. Международные рекомендации по оцениванию неопределенности результата измерения.

Тема 2. Результаты измерений и их погрешности.

домашнее задание , примерные вопросы:

Обработка результатов измерений: 1. Обработка прямых однократных измерений. 2. Обработка прямых многократных измерений. 3. Обработка косвенных измерений при воспроизводимых условиях. 4. Обработка косвенных измерений при невоспроизводимых условиях.

контрольная работа , примерные вопросы:

Определение погрешностей измерений. 1. Определение погрешностей прямых измерений. 2. Определение погрешностей косвенных измерений. 3. Представление результатов измерений.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Физическая величина. 2. Измерение. 3. Методы измерений. 4. Средства измерений. Погрешность измерения. 5. Классификация погрешностей. Принципы описания и оценивания погрешностей . 6. Систематические погрешности, обнаружение и исключение. Компенсация систематической погрешности в процессе измерения. 7. Случайные погрешности. Вероятностное описание результатов и погрешностей. 8. Оценка результата измерения. Нормальное распределение. 9. Варианты оценки случайных погрешностей. 10. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Обработка данных. 11. Прямые однократные измерения с точным оцениванием погрешности. Однократные измерения с приближенным оцениванием погрешности. 12. Косвенные измерения. 13. Совместные измерения.

Тема 3. Физико-технические измерения. Методы и средства измерения физических величин.

реферат , примерные темы:

Примерные темы рефератов: 1. Средства теплотехнических измерений. 2. Методы и средства определения основных характеристик процесса горения. 3. Методы определение расхода жидкостей и газов. 4. Методы и средства измерений температуры. 5. Методы и средства измерения давления.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Электрические измерения неэлектрических величин. Общие сведения. Термоэлектрические преобразователи (термопары). 2. Термометры сопротивления. 3. Термисторы. Оптическая пирометрия. 4. Классификация средств измерений. 5. Измерение давления и вакуума. 6. Измерение уровня жидкости. 7. Измерение расхода жидкости, газа и пара. Общие сведения и классификация. 8. Метод переменного перепада давления. Метод постоянного перепада давления. 9. Метод скоростного напора. Тепловой метод. 10. Ультразвуковой и электромагнитный методы. 11. Вихревые, камерные и оптические расходомеры. 12. Методы измерений, применяемые в газовом анализе. 13. Измерение геометрических размеров. Общие сведения. 14. Измерение шероховатости поверхности. 38. Элементы теории динамических измерений. Общие сведения. 39. Полные динамические характеристики средств измерения. 40. Коррекция динамических погрешностей.

Итоговая форма контроля

зачет (в 3 семестре)

Примерные вопросы к зачету:

1. Предмет метрологии.
2. Задачи метрологии.
3. Физическая величина.
4. Измерение.
5. Методы измерений.
6. Средства измерений.
7. Погрешность измерения.
8. Классификация погрешностей.
9. Принципы описания и оценивания п-грешностей .
10. Систематические погрешности, обнаружение и исключение. Компенсация систематической погрешности в процессе измерения.
11. Случайные погрешности.
12. Вероятностное описание результатов и погрешностей.
13. Оценка результата измерения. Нормальное распределение.
14. Варианты оценки случайных погрешностей.
15. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Обработка данных.
16. Прямые однократные измерения с точным оцениванием погрешности. Однократные измерения с приближенным оцениванием погрешности.
17. Косвенные измерения.
18. Совместные измерения.
19. Измерительный контроль.
20. Международные рекомендации по оцениванию неопределенности результата измерения.
21. Электрические измерения неэлектрических величин. Общие сведения.
22. Термоэлектрические преобразователи (термопары).
23. Термометры сопротивления.
24. Термисторы. Оптическая пирометрия.
25. Классификация средств измерений.
26. Измерение давления и вакуума.
27 Измерение уровня жидкости.
28. Измерение расхода жидкости, газа и пара. Общие сведения и классификация.
29. Метод переменного перепада давления.
30. Метод постоянного перепада давления.
31. Метод скоростного напора.
32. Тепловой метод.

33. Ультразвуковой метод.
34. Электромагнитный метод.
35. Вихревые, камерные и оптические расходомеры.
36. Методы измерений, применяемые в газовом анализе.
37. Измерение геометрических размеров. Общие сведения.
38. Измерение шероховатости поверхности.
39. Элементы теории динамических измерений. Общие сведения.
40. Полные динамические характеристики средств измерения.
41. Коррекция динамических погрешностей.

7.1. Основная литература:

1. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие / Е.Б. Герасимова, Б.И. Герасимов. - 2-е изд. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с.: 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-00091-014-6, 500 экз. http://znanium.com/catalog/product/493233

2. Метрологическое обеспечение технических систем: Учебное пособие / В.И. Кириллов. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 424 с.: 60x90 1/16 + (Доп. мат. znanium.com). - (Высшее образование: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-006770-4, 300 экз. http://znanium.com/catalog/product/406752

3. Нормирование точности и технические измерения в машиностроении: Учебник / С.С. Клименков. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 248 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006881-7, 600 экз. http://znanium.com/catalog/product/419615

7.2. Дополнительная литература:

Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Кайнова [и др.]. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 368 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/61361. - Загл. с экрана.

2. Новиков, Н.Ю. Теория шкал. Принципы построения эталонных процедур измерения, кодирования и управления [Электронный ресурс] / Н.Ю. Новиков. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2011. - 536 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2271. - Загл. с экрана.

7.3. Интернет-ресурсы:

Компания технолайн - http://www.technoline.ru/catalog/217

Метрологические основы технических измерений - http://metrologe.ru/lektsii-po-normirovaniyu-tochnosti-i-tekhnicheskim-izmereniyam/99-metrologicheskie-os

Метрологическое обеспечение - http://quality.eup.ru/METROL/mo.htm

Метрология, стандартизация и сертификация - http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Science/metr/01.php

Принципы и методы измерения - http://studopedia.net/10_167295_printsipi-i-metodi-izmereniya.html

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Метрология и физико-технические измерения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС " БиблиоРоссика " представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента" , доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Приборное оснащение учебной лаборатории кафедры.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 16.03.01 "Техническая физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):
Фазлыйяхматов М.Г. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Ларионов В.М. _____
"__" _____ 201 __ г.