

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ
МИФИ
Протокол от 24.04.2023 No 23.4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Физические основы получения информации»

название дисциплины

для студентов направления подготовки

12.03.01 Приборостроение

Шифр, название специальности/направления подготовки

профиль:

Приборы и методы контроля качества диагностики

название профиля

Форма обучения: очная

Обнинск, 2023 г.

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

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций*</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК-9	Способен внедрять новые методы и средства технического контроля	Знать: основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения; Уметь: воспринимать, обрабатывать, обобщать и выбирать наиболее эффективную информацию; Владеть: методами обучения, получения новой информации о приборах и методах технической диагностики.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина реализуется в рамках базовой части. Индекс дисциплины Б.04.10.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Общая физика», «Физика (оптика)», «Электротехника».

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 и 6 семестрах.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 7 зачетных единиц (з.е.), 252 академических часов.

3.1. Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

Вид работы	Форма обучения (вносятся данные по реализуемым формам)				
	Очная				
	Семестр				
	№ 5	№6			Всего
	Количество часов на вид работы:				
Контактная работа обучающихся					

с преподавателем					
Аудиторные занятия (всего)		48	48		96
В том числе:					
лекции (лекции в интерактивной форме)		16	32		48
практические занятия (практические занятия в интерактивной форме)		32	16		48
лабораторные занятия					
Промежуточная аттестация					
В том числе:					
зачет					
Экзамен		-	36		36
Самостоятельная работа обучающихся					
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		60	60		120
В том числе:					
проработка учебного материала		20	20		40
Подготовка к практическим занятиям		20	20		40
подготовка к зачету/экзамену		20	20		40
Всего (часы):		108	144		252
Всего (зачетные единицы):		3	4		7

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)				
		Очная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Раздел 1					
1.1.	Основы физических полей, как носителей информации.	4	8			20
1.2.	Принципы построения измерительных преобразователей.	4	8			20
1.3.	Динамические и переходные характеристики преобразователей.	4	6			10
1.4.	Физические основы пьезоэлектрических измерительных преобразователей.	4	10			10

	Итого за 5 семестр:	16	32			60
2.	Раздел 2					
2.1.	Физические основы измерительных преобразователей ионизирующего излучения.	16	8			30
2.2.	Физические основы оптических измерительных преобразователей.	16	8			30
	Итого за 6 семестр:	32	16			60

Прим.: Лек – лекции, Сем/Пр – семинары, практические занятия, Лаб – лабораторные занятия, СРО – самостоятельная работа обучающихся

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Раздел 1	
1.1.	Основы физических полей, как носителей информации.	Взаимодействие физических полей с веществом. Общие закономерности физических полей. Источники излучения. Физические явления, сопровождающиеся появлением излучения.
1.2.	Принципы построения измерительных преобразователей.	Физические явления, лежащие в основе построения измерительных преобразователей. Типовые конструкции. Первичные измерительные преобразователи, их параметры и требования, предъявляемые к ним. Вторичные измерительные схемы.
1.3.	Динамические и переходные характеристики преобразователей.	Чувствительность, инерционность, частотные характеристики измерительных преобразователей. Расчет параметров и выбор измерительных преобразователей.
1.4.	Физические основы пьезоэлектрических измерительных преобразователей.	Основы пьезоэлектричества. Линейные пьезоэлектрики, пьезокерамика. Влияние доменной структуры на параметры пьезоэлектрических преобразователей. Ультразвуковые измерительные преобразователи. Методы применения ультразвуковых измерительных преобразователей.
2.	Раздел 2	
2.1.	Физические основы измерительных преобразователей ионизирующего излучения.	Источники ионизирующего излучения. Приемники ионизирующего излучения. Применение ионизирующего и нейтронного излучений в промышленности и технической диагностике.
2.2.	Физические основы оптических измерительных преобразователей.	Законы оптического излучения. Источники и приемники оптического излучения. Волоконно-оптические измерительные системы. Оптические датчики. Оптическое волокно. Волоконно-оптические измерительные преобразователи.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Разделы 1	
1.2.	Принципы построения измерительных преобразователей.	Расчет вторичных измерительных схем. Измерительные схемы в ультразвуковых системах контроля.
1.3., 1.4.	Динамические и переходные характеристики преобразователей. Физические основы пьезоэлектрических измерительных преобразователей.	Методы УЗ диагностики. Расчет скоростей продольной и поперечной волн в образцах. Поиск дефектов и их координат в образцах трубопроводов

Лабораторные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Название лабораторной работы
1.	Раздел 1	
1.1.	Основы физических полей, как носителей информации.	Расчет параметров схемы расположения УЗ датчиков
1.2.	Принципы построения измерительных преобразователей.	Расчет критических углов и углов преломления для различных материалов
1.3.	Динамические и переходные характеристики преобразователей.	Изучение и настройка дефектоскопов
1.3.	Динамические и переходные характеристики преобразователей.	Калибровка дефектоскопов, применяемых в лабораторных исследованиях, расчет временной развертки.
2.	Раздел 2	
1.4.	Физические основы пьезоэлектрических измерительных преобразователей.	Измерение параметров УЗ волн, распространяющихся в образцах металлов (скорости УЗ волн, углы преломления, затухание).
1.4.	Физические основы пьезоэлектрических измерительных преобразователей.	Изучение стандартных методик неразрушающего контроля.
1.4	Физические основы пьезоэлектрических измерительных преобразователей.	Контроль свойств лабораторных образцов.

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

1. Трофимов А.И., Трофимов М.А. Принципы построения и расчет ультразвуковых преобразователей дефектоскопов и ультразвуковых расходомеров. – Обнинск: ОИАТЭ, 2002. – 100 экз.
2. Трофимов М.А. Измерительные преобразователи радиационных методов контроля. – Обнинск: ОИАТЭ, 2001. – 100 экз.
3. Трофимов А.И., Трофимов М.А. Измерительные преобразователи светового и теплового излучений в системах контроля и диагностики. – Обнинск: ОИАТЭ, 2004. – 100 экз.
4. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник/ под ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 1995. – 3 экз.
5. Зи С. Физика полупроводниковых приборов: Пер. с англ. /Под ред. Р.А. Суриева. М.: Мир, 1984. – 11 экз.
6. Иродов И.В. Волновые процессы. Основные законы. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1999. – 20 экз.
7. Трофимов А.И., Трофимов М.А., Минин С.И. Пьезоэлектрические преобразователи и фильтрация сигналов в ультразвуковой дефектоскопии (уч. книга). – М.: НИЯУ «МИФИ», 2013. – 100 экз.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 5 семестр			
1.1.	Основы физических полей, как носителей информации.	ПК-9	Допуск и защита лабораторных работ, вопросы на экзамене.
1.2.	Принципы построения измерительных преобразователей.	ПК-9	Допуск и защита лабораторных работ, вопросы на экзамене.
1.3.	Динамические и переходные характеристики преобразователей.	ПК-9	Допуск и защита лабораторных работ, вопросы на экзамене.
1.4.	Физические основы пьезоэлектрических измерительных преобразователей.	ПК-9	Допуск и защита лабораторных работ, вопросы на экзамене.
Промежуточный контроль, 5 семестр			
	Зачет	ПК-9	Вопросы на зачете
Текущий контроль, 6 семестр			

2.1.	Физические основы измерительных преобразователей ионизирующего излучения.	ПК-9	Защита лабораторных работ, решение задач на семинаре, защита курсового проекта, вопросы на экзамене.
2.2.	Физические основы оптических измерительных преобразователей.	ПК-9	Защита лабораторных работ, решение задач на семинаре, защита курсового проекта, вопросы на экзамене.
Промежуточный контроль, 6 семестр			
	Экзамен	ПК-9	Вопросы на экзамене

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.2.1. Экзамен

а) типовые вопросы (задания):

3 семестр.

1. Пьезоэффект в кристаллах.
2. Пьезокерамика. Преимущества, недостатки.
3. Прохождение звука через границу раздела 2-х сред.
4. Распространение УЗ волн в веществе.
5. Конструкция пьезоэлектрических датчиков.
6. Параметры УЗ волны. Свободные, затухающие, резонансные.
7. Преобразователи, применяемые в УЗ расходомерах.
8. УЗ расходомер на разнице времени прихода, его измерительные схемы.
9. УЗ расходомер на методе сноса, его измерительные схемы.
10. УЗ расходомер на эффекте Доплера, его измерительные схемы.
11. Выбор схемы УЗ расходомера.
12. Импульсная измерительная схема.
13. Частотная измерительная схема.
14. Фазовая измерительная схема.

4 семестр.

1. α -излучение и взаимодействие с веществом.
2. β -излучение и взаимодействие с веществом.
3. γ -излучение и взаимодействие с веществом.
4. n -излучение и взаимодействие с веществом.
5. Измерительные преобразователи радиационного излучения на основе ионизации газов. Вольтамперная характеристика.
6. Ионизационная камера и ее вольтамперная характеристика.
7. Компенсированная ионизационная камера.
8. Пропорциональный счетчик и его вольтамперная характеристика.
9. Электронно-эмиссионные преобразователи.
10. Полупроводниковые детекторы ионизирующего излучения.
11. Сцинтилляционные детекторы (с фотоумножителем).
12. Методы и средства радиационного контроля.
13. Параметры гармонической волны. Свободные, затухающие и резонансные колебания.

14. Дифракция света. Прохождение света через вещество.
15. Интерференция света. Прохождение света через вещество.
16. Дисперсия света. Прохождение света через вещество.
17. Преломление и отражение света.
18. Конструкция оптоволоконного кабеля. Передача сигнала.
19. Особенности передачи оптического сигнала.
20. Источники светового и теплового излучения.
21. Фотоумножители. Приемники инфракрасного излучения.
22. Полупроводниковые приемники излучения.
23. Волоконно-оптические датчики с переменной площадью оптического контакта.
24. Волоконно-оптические датчики с переменным показателем преломления.
25. Волоконно-оптическая система. Кодирование и передача дискретных сигналов.
26. Двухнаправленная волоконно-оптическая система. Усилители оптического сигнала.
27. Распространение упругих волн в среде. Электромагнитные волны, их параметры. Эффект Доплера.
28. Методы модуляции аналогового сигнала.
29. Преимущества волоконно-оптических датчиков.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В билете 2 вопроса, за ответ на каждый вопрос выставляются баллы от максимального (50 баллов) до минимального (30). Таким образом, в сумме, за экзамен выставляется от 60 баллов (удовлетворительно) до 100 баллов (отлично), либо 0 (экзамен не сдан).

в) описание шкалы оценивания:

максимальный балл-студент дает все определения, поясняет особенности функционирования и принципы работы датчиков и систем технической диагностики, дает и поясняет все характеристики.

баллы снижаются- в пояснениях работы и характеристик неточности, но после дополнительных (наводящих) вопросов ответ дан и неточности исправлены.

баллы не выставляются- не даны основные определения и нет понимания принципов работы датчиков и систем на их основе.

6.2.2. Допуск и защита лабораторной работы

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Рассчитать критические углы и выбрать тип УЗ датчика для указанного материала.
2. Объяснить изменение амплитуды сигнала на экране дефектоскопа, рассчитать ослабление сигнала.
3. Для данного образца с дефектом выбрать схему сканирования.
4. Измерить скорость акустических волн и определить материал образца.

5. Измерить толщину стенок образца УЗ методом.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Студент должен полностью выполнить работу и получить все необходимые результаты.

в) описание шкалы оценивания:

Работа засчитывается, если проведены все необходимые расчеты, даны пояснения по ним (показано, что расчеты выполнены самостоятельно), получены необходимые результаты, оценена ошибка. Оформлен, согласно требованиям, отчет. Отчет выполняется в тетради по курсу с целью наличия всей информации в одном месте.

6.2.3. Курсовая работа

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Курсовая работа предусмотрена в 4 семестре.

Тема: «Определение параметров образца (скоростей УЗ волн, толщины стенки и материала) и обнаружение дефектов и их координат в сварном шве».

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В курсовой работе должны быть изложены все необходимые расчеты, схемы методики измерений, приведены осциллограммы, проведена обработка результатов измерений. Итогом работы является схема расположения дефектов с координатами.

в) описание шкалы оценивания:

максимальный балл-даны пояснения всех формул и полученных результатов. Работа выполнена полностью без серьезных недочетов в оформлении. Все замечания исправляются без дополнительных консультаций и обращений к справочной литературе.

баллы снижаются- в пояснениях работы и характеристик неточности, замечания и вопросы требуют дополнительной информации.

баллы не выставляются- работа не выполнена или показано непонимание хода выполнения работы (т.е. работа не выполнена самостоятельно).

.....

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	15	30
	Контрольная работа, отчеты по лабораторным работам		
	Контрольная точка № 2	15	30
	Контрольная работа, отчеты по лабораторным работам		
Промежуточный	Экзамен	20	40
	Экзаменационные вопросы		
ИТОГО по дисциплине		50	100

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за активную и регулярную работу на занятиях.

По Положению бонус (премиальные баллы) не может превышать **5 баллов**.

Штрафы: за несвоевременную сдачу лабораторной работы максимальная оценка может быть снижена на 5 баллов (или %)

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. Трофимов А.И., Трофимов М.А., Минин С.И. Пьезоэлектрические преобразователи и фильтрация сигналов в ультразвуковой дефектоскопии (уч. книга). – М.: НИЯУ «МИФИ», 2013. – 100 экз.
2. Шишмарев В.Ю. Физические основы получения информации: учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Академия, 2010. – 448 с.
3. Р. Фриман Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ. -3-е изд., доп. -М.: Техносфера, 2006.-496 с.
4. Афанасьев А.А., Погодин А.А., Схиртладзе А.Г. Физические основы измерений, М.: Академия, 2010. – 240с. (10 экз)

5. Трофимов А.И., Минин С.И., Трофимов М.А. Неразрушающий контроль сварных соединений технологического оборудования АЭС. М.: НИЯУ МИФИ, 2014 – 136с (50экз).
6. Трухин, М. П. Моделирование сигналов и систем. Дифференциальные, дискретные и цифровые модели динамических систем [Электронный ресурс] [Текст] : учебное пособие / Трухин М. П. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 228 с. <https://e.lanbook.com/book/121487>
7. Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс] [Текст] : учебное пособие / Магазинникова А. Л. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 132 с. <https://e.lanbook.com/book/76274>

б) дополнительная учебная литература:

1. Трофимов А.И., Трофимов М.А. Принципы построения и расчет ультразвуковых преобразователей дефектоскопов и ультразвуковых расходомеров. – Обнинск: ОИАТЭ, 2002. – 100 экз.
2. Трофимов М.А. Измерительные преобразователи радиационных методов контроля. – Обнинск: ОИАТЭ, 2001. – 100 экз.
3. Трофимов А.И., Трофимов М.А. Измерительные преобразователи светового и теплового излучений в системах контроля и диагностики. – Обнинск: ОИАТЭ, 2004. – 100 экз.
4. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник/ под ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1995. – 3 экз.
5. Подсекин А.К. Основы неразрушающих методов контроля сварных соединений. – Обнинск: ОИАТЭ, 1990. – 110 экз.
6. Пароль Н.В. Фоточувствительные приборы и их применение: Справочник. – М.: Радио и связь, 1991. – 3 экз.
7. Зи С. Физика полупроводниковых приборов: Пер. с англ. /Под ред. Р.А. Суриева. М.: Мир, 1984. – 11 экз.
8. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – 200 экз.
9. Иродов И.В. Волновые процессы. Основные законы. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1999. – 20 экз.
11. Электрические измерения неэлектрических величин /А.М. Туричин, П.В. Новицкий, Е.С. Левшина и др. Под общей ред. П.В. Новицкого. – Л.: Энергия, 1975. – 15 экз.
12. Алешин Н.П., Лупачев В.Г. Ультразвуковая дефектоскопия. – Минск: Высшая школа, 1987.
13. Колесников А.Е. Ультразвуковые измерения. – М. Изд-во стандартов, 1982.
14. Ермолов И.Н. Ультразвуковые преобразователи для неразрушающего контроля. – М.: Машиностроение, 1986.

8. Перечень ресурсов* информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система elibrary (www.elibrary.ru)
2. Электронно-библиотечная система «Издательство Лань» (www.e.lanbook.com)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка к решению задач (самостоятельная подготовка в вопросах, по которым имеются пробелы в знаниях по предыдущим курсам), просмотр рекомендуемой литературы.
Курсовая работа	<i>Курсовая работа:</i> изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение практических исследований по данной теме. Инструкция по выполнению требований к оформлению курсовой работы находится в методических материалах по дисциплине.
Практикум / лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу. Задавать вопросы на консультации.

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

Электронные библиотеки и ресурсы сети интернет для получения необходимой учебной информации в течении семестра.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Классы с достаточным количеством мест и доской для проведения лекций и семинаров.

Для проведения лабораторных работ необходима лаборатория с дефектоскопами, контрольными образцами, набором УЗ датчиков и измерительных инструментов.

Программа составлена в соответствии с образовательным стандартом высшего образования НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение.

Программу составил:

_____ М.А. Трофимов, профессор, д.т.н., доцент отделения ЯФиТ(О)

Рецензент:

_____ П.А. Белоусов, доцент, к.т.н., доцент отделения ЯФиТ(О)