

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение

Наименование образовательной программы: Диагностические системы и технологии (приборы диагностики зданий и сооружений, медицинские диагностические приборы)

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
ЦИФРОВАЯ ТОМОГРАФИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.03.02.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	10 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	10 семестр - 8 часов;
Практические занятия	10 семестр - 4 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	10 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	10 семестр - 128,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	10 семестр - 1,2 часа;
включая:	
Тестирование	
Проверочная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	10 семестр - 0,3 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Максимова А.А.
	Идентификатор	R6a033f13-VorozhtsovaAA-daecd87

А.А. Максимова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостов А.А.
	Идентификатор	Rd7c1e2e7-KhvostovAA-a55ec66d

А.А. Хвостов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Самокрутов А.А.
	Идентификатор	R145b9cc2-SamokrutovAA-7b5e7dd

А.А.
Самокрутов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: подготовка выпускника для анализа поставленных исследовательских задач в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации.

Задачи дисциплины

- выполнение математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
- формирование навыков разработки отдельных программ и их блоков, их отладка;
- формирование навыков решения задач приборостроения, включая типовые задачи проектирования, исследования и контроля приборов и систем, а также технологий их производств;
- приобретение навыков разработки функциональных и структурных схем приборов с определением физических принципов действия устройств, их структур и установлением технических требований на прибор и отдельные блоки и элементы.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 способен проводить конструирование и моделирование диагностических систем	ИД-1 _{ПК-2} разрабатывает и эксплуатирует системы диагностического контроля	знать: - построение математических моделей объектов исследования и выбор численного метода их моделирования, разработка нового или выбор готового алгоритма решения задачи; - научные методы при исследовании, анализе, моделировании и проектировании аналитических информационных систем. уметь: - разрабатывать функциональные и структурные схемы приборов; - проводить анализ состояния научно-технической проблемы, составление технического задания, постановка цели и задач проектирования приборов и систем; - оценить технологичность конструкторских решений, разработка технологических процессов сборки, настройки, юстировки и контроля блоков, узлов и деталей приборов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Диагностические системы и технологии (приборы диагностики зданий и сооружений, медицинские диагностические приборы) (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.01 Приборостроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Звуковидение в технике	15.00	10	1.0	-	0.5 0	-	0.2	-	0.1	-	13.2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Звуковидение в технике" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Звуковидение в технике" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], п.1-3
1.1	Визуализация структуры акустического поля	7.45		0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	-	-	6.6	-	
1.2	Визуализация двумя перпендикулярными антенными решётками	7.55		0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	0.1	-	6.6	-	
2	Голография	15.30		1.0	-	0.5 0	-	0.2	-	0.4	-	13.2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Голография" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Голография" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], п.5-9
2.1	Оптическая голография	7.55		0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	0.1	-	6.6	-	
2.2	Акустическая голография	7.75		0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	0.3	-	6.6	-	
3	Изучение полей преобразователей, динамиков и антенн	23.45		2.1	-	1.0 5	-	0.3	-	0.2	-	19.8	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Изучение полей преобразователей, динамиков и антенн" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Изучение полей преобразователей, динамиков и антенн"
3.1	Основные уравнения акустики (скалярный вариант)	7.45		0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	-	-	6.6	-	
3.2	Метод угловых спектров	8.0		0.8	-	0.4	-	0.1	-	0.1	-	6.6	-	

3.3	Распространение звука в твёрдом теле	8.0	0.8	-	0.4	-	0.1	-	0.1	-	6.6	-	динамиков и антенн" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п.3-5
4	Получение высококачественного изображения отражателя	31.10	2.4	-	1.2 0	-	0.6	-	0.3	-	26.6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Получение высококачественного изображения отражателя" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Получение высококачественного изображения отражателя" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], п.4-6
4.1	Восстановление изображения всей границы отражателя	7.45	0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	-	-	6.6	-	
4.2	Повышение разрешающей способности эхосигналов и изображения	8.0	0.8	-	0.4	-	0.1	-	0.1	-	6.6	-	
4.3	Использование более точных физических моделей распространения и рассеивания ультразвука	7.75	0.5	-	0.2 5	-	0.3	-	0.1	-	6.6	-	
4.4	Повышение отношения сигнал/шум	7.9	0.6	-	0.3	-	0.1	-	0.1	-	6.8	-	
5	Уменьшение времени регистрации эхосигналов и уменьшение объёма передаваемой и хранимой информации	23.15	1.5	-	0.7 5	-	0.7	-	0.2	-	20.0	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Уменьшение времени регистрации эхосигналов и уменьшение объёма передаваемой и хранимой информации" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Уменьшение времени регистрации эхосигналов и уменьшение объёма передаваемой и хранимой информации" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п.7
5.1	Прореживание коммутационной матрицы	7.85	0.5	-	0.2 5	-	0.5	-	-	-	6.6	-	
5.2	Дополнительные способы определения типа отражателя	7.55	0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	0.1	-	6.6	-	
5.3	Решение	7.75	0.5	-	0.2	-	0.1	-	0.1	-	6.8	-	

	коэффициентной задачи				5								
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	144.00		8.0	-	4.0 0	-	2.0	-	1.2	0.3	92.8	35.7
	Итого за семестр	144.00		8.0	-	4.0 0	2.0	1.2	0.3	128.5			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Звуковидение в технике

1.1. Визуализация структуры акустического поля

Шлирен-эффект. Эффект фотоупругости. Визуализация поля на поверхности объекта контроля.

1.2. Визуализация двумя перпендикулярными антенными решётками

Изобретения Соколова С.Я. Акустический микроскоп.

2. Голография

2.1. Оптическая голография

Оптическая голография и цифровое восстановление изображения. Оптические методы обработки информации (ОМОИ).

2.2. Акустическая голография

Метод поверхностного рельефа. Метод динамической голографии. Оптические модуляционные методы (Ячейка Польмана, жидкие кристаллы, эффект Пок-кельса). Метод фазовой маски. Дифракция Рамана-Ната и Брэгга.

3. Изучение полей преобразователей, динамиков и антенн

3.1. Основные уравнения акустики (скалярный вариант)

Фазовая и групповая скорости. Отражение и преломление. Распространение звука. Рассеяние звука на разных неоднородностях.

3.2. Метод угловых спектров

Поле на поверхности излучателя. Пересчёт поля из ближней зоны в дальнюю. Применение метаматериалов в акустике.

3.3. Распространение звука в твёрдом теле

Распространение звука в пластинах и трубах. Расчёт полей, рассеянных отражателями. Когерентные системы восстановления изображения отражателей. Восстановление изображения отражателей в частотной области.

4. Получение высококачественного изображения отражателя

4.1. Восстановление изображения всей границы отражателя

Основные способы регистрации эхосигналов и восстановление изображения отражателей во временной области. Восстановление изображения всей границы отражателя. Сравнение ФАР и ЦФА-технологии. Зональная фокусировка.

4.2. Повышение разрешающей способности эхосигналов и изображения

Когерентный фактор. Алгоритм Сарон. Экстраполяция и расщепление спектра. Метод Гершберга-Папулиса. Метод максимальной энтропии.

4.3. Использование более точных физических моделей распространения и рассеивания

уль-тразвука

Учёт неровной поверхности объекта контроля. Определение скорости звука или упругих констант в сварном соединении. Учёт перерасеивания.

4.4. Повышение отношения сигнал/шум

Для случая большого поглощения. Для структурного шума. Для ложных бликов, связанных с неточностью физической модели распространения и рассеивания ультразвука. Текстульные фильтры (адаптивный анизотропный диффузный фильтр).

5. Уменьшение времени регистрации эхосигналов и уменьшение объёма передаваемой и хранимой информации

5.1. Прореживание коммутационной матрицы

Прореживание коммутационной матрицы с использованием генетического алгоритма. Метод максимальной энтропии. Применение технологии CDMA. Метод распознавания со сжатием (CS).

5.2. Дополнительные способы определения типа отражателя

Анализ фазы бликов отражателей. Анализ изображений, полученных при трансформации типа волны на отражателе. Корреляционная дефектометрия.

5.3. Решение коэффициентной задачи

Доступ к объекту контроля со всех сторон. Доступ к объекту контроля только с одной стороны.

3.3. Темы практических занятий

1. Решение коэффициентной задачи;
2. Повышение отношения сигнал/шум;
3. Восстановление изображения всей границы отражателя;
4. Распространение звука в твёрдом теле;
5. Визуализация структуры акустического поля.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Звуковидение в технике"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Голография"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Изучение полей преобразователей, динамиков и антенн"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Получение высококачественного изображения отражателя"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Уменьшение времени регистрации эхосигналов и уменьшение объёма передаваемой и хранимой информации"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Звуковидение в технике"

2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Голография"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Изучение полей преобразователей, динамиков и антенн"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Получение высококачественного изображения отражателя"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Уменьшение времени регистрации эхосигналов и уменьшение объёма передаваемой и хранимой информации"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
научные методы при исследовании, анализе, моделировании и проектировании аналитических информационных систем	ИД-1ПК-2	+					Тестирование/Основы звуковидения
построение математических моделей объектов исследования и выбор численного метода их моделирования, разработка нового или выбор готового алгоритма решения задачи	ИД-1ПК-2		+				Тестирование/Основы голографии
Уметь:							
оценить технологичность конструкторских решений, разработка технологических процессов сборки, настройки, юстировки и контроля блоков, узлов и деталей приборов	ИД-1ПК-2			+			Проверочная работа/Сравнение ФАР-и ЦФА-технологии
проводить анализ состояния научно-технической проблемы, составление технического задания, постановка цели и задач проектирования приборов и систем	ИД-1ПК-2				+		Проверочная работа/Определение типа отражателя при всестороннем доступе
разрабатывать функциональные и структурные схемы приборов	ИД-1ПК-2					+	Проверочная работа/Повышение отношения сигнал/шум

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

10 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Основы голографии (Тестирование)
2. Основы звуковидения (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Определение типа отражателя при всестороннем доступе (Проверочная работа)
2. Повышение отношения сигнал/шум (Проверочная работа)
3. Сравнение ФАР- и ЦФА-технологии (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №10)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 10 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Бражников, Н. В. Ультразвуковой контроль и регулирование технологических процессов / Н. В. Бражников, В. А. Белевитин, А. И. Бражников. – М. : Теплотехник, 2008. – 256 с. – ISBN 5-9845705-6-4.;
2. Герасимова, Т. А. Оценка достоверности ультразвукового неразрушающего контроля образцов стыковых сварных соединений : магистерская диссертация / Т. А. Герасимова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ", Кафедра электротехники и интроскопии (ЭИ). – М., 2013. – 111 с. – фонд НЧЗ.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4862>;
3. Бадалян В. Г., Базулин Е. Г., Вopilкин А. Х., Кононов Д. А.- "Ультразвуковая дефектометрия металлов с применением голографических методов", Издательство: "Машиностроение", Москва, 2008 - (368 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=784;
4. Скобелев С. П.- "Фазированные антенные решетки с секторными парциальными диаграммами направленности", Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2010 - (320 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59589.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;

4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровая томография

(название дисциплины)

10 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Основы звуковидения (Тестирование)

КМ-2 Основы голографии (Тестирование)

КМ-3 Сравнение ФАР- и ЦФА-технологии (Проверочная работа)

КМ-4 Определение типа отражателя при всестороннем доступе (Проверочная работа)

КМ-5 Повышение отношения сигнал/шум (Проверочная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	6	9	12	15
1	Звуковидение в технике						
1.1	Визуализация структуры акустического поля		+				
1.2	Визуализация двумя перпендикулярными антенными решётками		+				
2	Голография						
2.1	Оптическая голография			+			
2.2	Акустическая голография			+			
3	Изучение полей преобразователей, динамиков и антенн						
3.1	Основные уравнения акустики (скалярный вариант)				+		
3.2	Метод угловых спектров				+		
3.3	Распространение звука в твёрдом теле				+		
4	Получение высококачественного изображения отражателя						
4.1	Восстановление изображения всей границы отражателя					+	
4.2	Повышение разрешающей способности эхосигналов и изображения					+	
4.3	Использование более точных физических моделей распространения и рассеивания уль-гразвука					+	

4.4	Повышение отношения сигнал/шум				+	
5	Уменьшение времени регистрации эхосигналов и уменьшение объёма передаваемой и хранимой информации					
5.1	Прореживание коммутационной матрицы					+
5.2	Дополнительные способы определения типа отражателя					+
5.3	Решение коэффициентной задачи					+
Вес КМ, %:		20	20	20	20	20