

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор Белорусско-Российского  
университета

Ю.В. Машин

*22.12* 2023

Регистрационный № УД-120304/Б.Р.Б.У/р

## ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ И МИКРОВОЛНОВЫЕ АППАРАТЫ И СИСТЕМЫ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) Биотехнические и медицинские аппараты и системы

Квалификация бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	5
Лекции, часы	16
Практические занятия, часы	16
Лабораторные занятия, часы	16
Зачет, семестр	5
Контактная работа по учебным занятиям, часы	48
Самостоятельная работа, часы	60
Всего часов / зачетных единиц	108/3

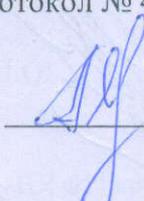
Кафедра-разработчик программы: Физические методы контроля

Составитель: ст. преподаватель Прудников А.Н.

Могилев, 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с образовательной программой высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» № 950 от 19.09.2017, учебным планом рег. №120304-2.1 от 28.04.2023

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Физические методы контроля» 12.12.2023, протокол № 4.

Зав. кафедрой  А.В. Хомченко

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета

20.12.2023, протокол № 3.

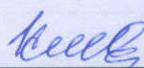
Зам. председателя  
Научно-методического совета

 С. А. Сухоцкий

Рецензент:  
Генеральный директор ЗАО «ТПМ», к.т.н., доцент Молочков Василий Александрович

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь

 Е. Н. Киселева

Начальник учебно-методического  
отдела

 О. Е. Печковская

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 1.1. Цель учебной дисциплины

Целью преподавания учебной дисциплины является ознакомление студентов с основными необходимыми положениями физических принципов основных методов визуализации тепловых полей с применением определенного математического аппарата, а также с приборной базой, методическими и технологическими вопросами применения тепловых и микроволновых методов диагностики, терапии и экологического мониторинга.

### 1.2. Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

**Знать:** основные физические закономерности излучения, распространения и приема микроволн, характеристики и особенности тепловых и микроволновых преобразователей, основные методы визуализации и измерений, способы улучшения характеристик средств диагностики и терапии, принципы действия и структуру универсальных и специализированных приборов и систем.

**Уметь:** разрабатывать элементы тепловизионных и микроволновых систем для диагностики и физиотерапии, осуществлять сбор и анализ медико-биологической и научно-технической информации, разрабатывать метрологическое обеспечение технических средств, настраивать аппаратуру и проводить исследования в различных режимах работы, оценить работоспособность и ремонтпригодность технических средств.

**Владеть:** способностью рационального выбора методов и средств тепловизионной диагностики и микроволнового физиовоздействия на биологические объекты, универсальными техническими средствами тепловизионной диагностики, терапии и мониторинга, методами обработки информации при проведении диагностических процедур.

### 1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к «Блок .1 Дисциплины (модули). Часть Блока 1, формируемая участниками образовательных отношений».

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины: «Электроника и микропроцессорная техника»; «Математика»; «Теория физических полей»; «Физические основы получения информации».

Кроме того, результаты изучения дисциплины используются в ходе второй производственно-технологической и преддипломной практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

### 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ПК-3	Способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схематехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компет.
1	Введение. Спектральный диапазон теплового и микроволнового излучения.	История медицинского тепловидения и микроволновой диагностики и лечения. Изучение особенностей распространения ИК-излучения в биологических тканях. Расчет коэффициентов отражения и прохождения ИК-излучения на границе двух сред.	ПК-3
2	Базовые понятия и физические особенности теплового излучения.	Основные законы: Кирхгофа, Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Температурное поле. Изучение основ бесконтактного измерения температуры. Яркостные, цветные и радиационные пирометры. Анализ современной технической базы пирометрии.	ПК-3
3	Визуализация тепловых полей. Несканирующие визуализаторы тепловых полей. Сканирующие визуализаторы тепловых полей.	Эвапарограф. Сканистор, Термоиндикаторные пленки. Изучение схем построения сканирующих визуализаторов тепловых полей.	ПК-3
4	Применение тепловизоров в медицинской диагностике.	Основные направления и достижения. Изучение особенностей строения современной тепловизионной техники.	ПК-3
5	Электровакуумные, полупроводниковые и квантовые генераторы СВЧ-излучений.	Транзисторные ВЧ и СВЧ-генераторы. Генератор на диодах Ганна. Мазеры. Изучение схем построения источников СВЧ-излучений	ПК-3
6	Приборы и методы медицинских применений электромагнитных излучений	Изучение физических и биологических основ и аппаратуры индуктотермии, высокочастотной, ультравысокочастотной, миллиметровой, дециметровой и сантиметровой терапия.	ПК-3

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятель- ная работа, ча-	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1									
1	Тема 1 Введение. Спектральный диапазон теплового и микроволнового излучения.	2	Тема 1. Изучение особенностей распространения ИК-излучения в биологических тканях. Расчет коэффициентов отражения и прохождения ИК-излучения на границе двух сред	2	№1. Изучение бесконтактного метода измерения температуры с использованием яркостных пирометров	2	4	ЗЛР	2
2							4		
3	Тема 2. Базовые понятия и физические особенности теплового излучения	2	Тема 2. Изучение основ бесконтактного измерения температуры. Яркостные, цветные и радиационные пирометры. Анализ современной технической базы пирометрии.	2	№2. Изучение бесконтактного метода измерения температуры с использованием радиационных пирометров	2	4	ЗЛР	3
4							4		
5	Тема 3. Визуализация тепловых полей. Несканирующие визуализаторы тепловых полей. Сканирующие визуализаторы тепловых полей.	2	Тема 3. Изучение схем построения сканирующих визуализаторов тепловых полей	2	№3. Изучение тепловизора ТВ-03.	2	4	ЗЛР	2
6							4		
7	Тема 4. Применение тепловизоров в медицинской диагностике.	2	Тема 4. Изучение особенностей строения современной тепловизионной техники.	2	№4. Изучение тепловизионной камеры EasIR-4.	2	4	ЗЛР	3
8							4	КР ПКУ	20 30
Модуль 2									
9	Тема 5. Электровакуумные, полупроводниковые и квантовые генераторы СВЧ-излучений.	2	Тема 5. Изучение схем построения электровакуумных источников СВЧ-излучений	2	№ 5. Анализ диагностической медицинской информации	2	4	ЗЛР	2
10							4		
11	Тема 5. Электровакуумные, полупроводниковые и квантовые генераторы СВЧ-излучений.	2	Тема 6. Изучение назначения элементов и устройств для обработки СВЧ-сигналов.	2	№ 6. Изучение генераторов сантиметровых длин волн	2	4	ЗЛР	2
12							4		
13	Тема 6. Приборы и методы медицинских применений электромагнитных излучений.	2	Тема 7. Изучение физических и биологических основ и аппаратуры индуктотермии	2	№ 7. Изучение генераторов миллиметровых электромагнитных волн	2	4	ЗЛР	3
14							4		
15	Тема 6. Приборы и методы медицинских применений электромагнитных излучений	2	Тема 8. Изучение схем строения СВЧ-томографов.	2	№ 8. Изучение аппарата для УВЧ-терапии УВЧ-80-3 «Ундатерм»	2	4	ЗЛР	3

16								КР	20
								ПКУ	30
17								ПА*	40
								(зачет)	
	Итого	16		16		16	60		100

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – промежуточная аттестация;

ЗЛР – защита лабораторной работы;

КР – контрольная работа (в тестовой форме).

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51-100	0-50

### 3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия*	Вид аудиторных занятий**			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные		Зан. 1-8	Лаб. 1-8	32
2	Мультимедиа	Темы 1-6			16
	<b>ИТОГО</b>	16	16	16	48

### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Тестовые задания для проведения контрольной работы (промежуточного контроля)	1

### 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

#### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
			Компетенция ПК-3 Способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
			ИПК-3.1. Разрабатывает функциональные и структурные схемы медицинских изделий и биотехнических систем, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования
1	Пороговый уровень	Знать и понимать внутреннюю структуру медицинской техники, физические принципы действия устройств	Навыки понимания внутренней структуры медицинской техники, физических принципов действия устройств
2	Продвинутый уровень	Уметь применять методы анализа и проектирования функциональных и структурных схем медицинской техники, теоретические методы и программные средства проектирования и конструирования медицинской техники.	Навыки выбора методов анализа и проектирования функциональных и структурных схем медицинской техники, теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования медицинской техники.
3	Высокий уровень	Оценивать методы синтеза функциональных и структурных схем медицинской техники, анализировать физические принципы действия устройств, используя теоретические методы и про-	Способность анализа и эффективного синтеза функциональных и структурных схем медицинской техники, анализировать физические принципы

	граммные средства проектирования и конструирования медицинской техники	действия устройств, используя теоретические методы и программные средства проектирования и конструирования медицинской техники
--	--	--

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
Компетенция ПК-3 Способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	
Навыки выбора методов анализа и проектирования функциональных и структурных схем медицинской техники, теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования медицинской техники.	Тестовые задания к контрольным работам, вопросы к экзамену.
Способность анализа и эффективного синтеза функциональных и структурных схем медицинской техники, анализировать физические принципы действия устройств, используя теоретические методы и программные средства проектирования и конструирования медицинской техники	Тестовые задания к контрольным работам, вопросы к экзамену.
Навыки выбора методов анализа и проектирования функциональных и структурных схем медицинской техники, теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования медицинской техники.	Тестовые задания к контрольным работам, вопросы к экзамену.

## 5.3 Критерии оценки лабораторных работ.

Каждая выполненная и защищенная лабораторная работа оцениваются в диапазоне от 2 до 3 баллов. При этом 1 балл начисляется за выполнение работы и от 1 до 2 баллов за оформление отчета и защиту работы в зависимости от качества оформления и уровня знаний студента по тематике работы. Если по окончании модуля лабораторная работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются и она попадает в разряд задолженности.

## 5.4 Критерии оценки контрольных работ.

Контрольная работа проводится в тестовой форме и выполняется по каждому из двух модулей. Контрольная работа включает 20 тестовых вопросов. За правильный ответ на тестовый вопрос назначается 1 балл. Расчет общего балла проводится путем суммирования баллов по всем вопросам. Наивысший балл за контрольную работу равен 20.

## 5.5 Критерии оценки зачета.

Билет включает 4 теоретических вопроса из каждой дидактической единицы. Каждый вопрос оценивается положительной оценкой в диапазоне от 4 до 10 баллов. Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям.

- ♦ **10 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную и техническую терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и

разъяснять их в логической последовательности, дает развернутый ответ на поставленный вопрос и четко отвечает на дополнительные вопросы;

- ◆ **9 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы;
- ◆ **8 баллов** – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера;
- ◆ **7 баллов** – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера, не может ответить на некоторые дополнительные вопросы;
- ◆ **6 баллов** – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа, не может ответить на некоторые дополнительные вопросы;
- ◆ **5 баллов** – в ответе студента имеются недостатки, в рассуждениях допускаются ошибки, не может ответить на большую часть дополнительных вопросов, но в целом формулирует ответ на вопрос;
- ◆ **4 балла** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», не может ответить на дополнительные вопросы;

**Ниже 4 баллов** – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

## **6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- самостоятельное изучение материала по учебникам и другим источникам;
- выполнение контрольных работ;
- обзор литературы;
- закрепление изученного материала на групповых занятиях;
- работа со справочной литературой;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- подготовка к сдаче экзамена.

Подготовка к написанию контрольной работы по соответствующему модулю дисциплины подразумевает изучение лекционного материала и выполнение практических и лабораторных работ, относящихся к соответствующему модулю.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, проходит в устной форме.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература:

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	<b>Устюжанин В. А.</b> Технические средства диагностики и лечебного воздействия : учеб. пособие / В. А. Устюжанин. - 2-е изд., стер. - Старый Оскол : ТНТ, 2021. - 392с. : ил.	Рек. ФУМО ВО по укрупн. гр. спец. и направл. в качестве учеб. пособия для вузов	5

### 7.2 Дополнительная литература:

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Лучевая диагностика и лучевая терапия : учеб. пособие / А. И. Алешкевич [и др.]. – Мн.: Новое знание, 2017. - 382с.: ил.	Доп. МО РБ в качестве учеб. пособия для студ. вузов	5
2	<b>Ершов Ю. А.</b> Биотехнические системы медицинского назначения : учебник для бакалавриата и магистратуры: в 2 ч. Ч. 1 : Количественное описание биообъектов / Ю. А. Ершов, С. И. Щукин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 180с. - (Бакалавр и магистр. Академический курс).	Рек. УМО ВО в качестве учебника для студ. вузов	5
3	<b>Ершов Ю. А.</b> Биотехнические системы медицинского назначения : учебник для бакалавриата и магистратуры: в 2 ч. Ч. 2 : Анализ и синтез систем / Ю. А. Ершов, С. И. Щукин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 348с. - (Бакалавр и магистр. Академический курс).	Рек. УМО ВО в качестве учебника для студ. вузов	5
4	<b>Корневский Н. А.</b> Биотехнические системы медицинского назначения : учебник / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 688 с.: ил.	ФГБОУ ВПО «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) в качестве учебника для студ. вузов	3

### 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

При самостоятельной работе и подготовке к занятиям могут использоваться образовательные и справочно-информационные порталы сети Интернет.

**7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам**

#### 7.4.1 Информационные технологии

Мультимедийные презентации по лекционному курсу: Тема 1-6.

#### **7.4.2 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе (по видам занятий)**

Используются следующие программные продукты: наборы слайдов в PowerPoint,.

#### **7.4.3 Методические рекомендации**

1. Прудников А.Н. Тепловизионные и микроволновые аппараты и системы: Методические рекомендации к лабораторным работам (электронная версия).
2. Прудников А.Н. Тепловизионные и микроволновые аппараты и системы: Методические рекомендации к практическим занятиям (электронная версия).

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «Оптический, тепловой, радиоволновой контроль» (ауд. 514, корп. 2), рег. номер ПУЛ-4.508-514/2-23.

# ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ И МИКРОВОЛНОВЫЕ АППАРАТЫ И СИСТЕМЫ

## АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) Биотехнические и медицинские аппараты и системы

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	5
Лекции, часы	16
Практические занятия, часы	16
Лабораторные занятия, часы	16
Зачет, семестр	5
Контактная работа по учебным занятиям, часы	48
Самостоятельная работа, часы	60
Всего часов / зачетных единиц	108/3

### 1 Цель учебной дисциплины

Целью преподавания учебной дисциплины является ознакомление студентов с основными необходимыми положениями физических принципов основных методов визуализации тепловых полей с применением определенного математического аппарата, а также с приборной базой, методическими и технологическими вопросами применения тепловых и микроволновых методов диагностики, терапии и экологического мониторинга.

### 2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

**Знать:** основные физические закономерности излучения, распространения и приема микроволн, характеристики и особенности тепловых и микроволновых преобразователей, основные методы визуализации и измерений, способы улучшения характеристик средств диагностики и терапии, принципы действия и структуру универсальных и специализированных приборов и систем.

**Уметь:** разрабатывать элементы тепловизионных и микроволновых систем для диагностики и физиотерапии, осуществлять сбор и анализ медико-биологической и научно-технической информации, разрабатывать метрологическое обеспечение технических средств, настраивать аппаратуру и проводить исследования в различных режимах работы, оценить работоспособность и ремонтпригодность технических средств.

**Владеть:** способностью рационального выбора методов и средств тепловизионной диагностики и микроволнового физиовоздействия на биологические объекты, универсальными техническими средствами тепловизионной диагностики, терапии и мониторинга, методами обработки информации при проведении диагностических процедур.

### 3. Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций: ПК-3 Способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов

медицинских изделий и биотехнических систем на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

#### 4 Образовательные технологии

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов, а также следующие формы и методы проведения занятий: традиционные, мультимедиа.