

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института физики,
д.ф.-м.н., профессор



С.Б. Вениг

2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Тепловизионная биомедицинская диагностика

Направление подготовки магистратуры
03.04.02 «Физика»

Профиль подготовки
«Медицинская физика»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
очная

Саратов, 2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Сагайдачный А.А.		05.10.21
Председатель НМК	Скрипаль Ан.В.		5.10.21
Заведующий кафедрой	Скрипаль Ан.В.		5.10.21
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Тепловизионная биомедицинская диагностика» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений (владений) и усвоение материала в области основ современной тепловизионной биомедицинской диагностики, математической обработки и интерпретации тепловизионных данных с точки зрения физиологии и медицины.

Задачами изучения дисциплины являются:

- формирование знаний о принципах разработки методов тепловизионной биомедицинской диагностики;
- формирование умений по применению тепловизионного оборудования для биомедицинской диагностики;
- овладение навыками математической обработки и интерпретации тепловизионных данных с точки зрения физиологии и медицины.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Тепловизионная биомедицинская диагностика» относится к вариативной части Блока 1 учебного плана ООП. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные знания по физике, математике, общей биофизике и находится в тесной взаимосвязи с изучаемыми в этом же и последующих семестрах дисциплинами «Методология научно-исследовательской деятельности», «Функциональная и психоэмоциональная диагностика состояния человека».

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-2. Способен проводить исследования на базе современных информационных и коммуникационных технологий и технических средств	ПК-2.1. Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.	Знает: методологию математического моделирования физических процессов и объектов на базе программного обеспечения для работы с динамическими термограммами.
	ПК-2.1. Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности.	Умеет: применять цифровую технику при обработке тепловизионных данных.
	ПК-2.3. Применяет современные информационные средства при подготовке данных при составлении обзоров, отчетов и научных публикаций.	Владеет: навыками использования современных информационных средств представления тепловизионных данных в отчетах и научных публикациях.
ПК-3. Подготовлен к проведению экспериментальных измерений и наблюдений и эксплуатированию	ПК-3.1. Понимает физические основы методов и средства преобразования информации, обмена информацией на расстоянии с помощью радиоэлектронных средств и	Знает: физические основы методов и средства преобразования тепловых полей человека в термограммы на расстоянии с помощью тепловизионной техники.

радиоэлектронных средств	технологий. ПК-3.2. Применяет методики проведения теоретических и экспериментальных физических исследований с помощью современной приборной базы и радиоэлектронных средств	Умеет: применять методики проведения модельных физических исследований, проводимых с помощью современной тепловизионной техники.
		Владеет: навыками использования методики проведения экспериментальных физических исследований с помощью современной тепловизионной техники.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
		Се- ме- стр	Лек- ции	Пр.	СР	Иная контактн ая работа	
1	2	3	4	5	7	8	9
1.	Принципы тепловизионной биомедицинской диагностики. Основы терморегуляции тела человека.	1	2	2	4	4	
2.	Теоретические основы термографии. Законы теплового излучения.	1	2	2	4	4	Устный опрос
3.	Устройство и характеристики современных тепловизионных приборов.	1	2	2	4	4	Устный опрос
4.	Программные средства количественного анализа термограмм.	1	2	2	4	4	Устный опрос Контрольная работа
5.	Математическое описание температурной динамики	1	2	2	4	4	Устный опрос
6.	Принципы тепловизионной и рентгеновской диагностики раковых опухолей	1	2	2	4	4	Устный опрос
7.	Методы пространственно-временного анализа термограмм в диагностике нарушений гемодинамики конечностей.	1	2	2	4	4	Устный опрос
8	Принципы тепловизионной диагностики глазных патологий.	1	4	4	8	8	Устный опрос
	Промежуточная аттестация – 36ч.	1					Зачет
	Итого: 72ч.		18	18	36	36	

Содержание дисциплины

- 1. Принципы тепловизионной биомедицинской диагностики. Основы терморегуляции тела человека.**
 - Функции системы терморегуляции тела человека.
 - Механизмы физической и химической терморегуляции.
 - Патологии, сопровождающиеся изменением температуры тканей.
 - Основные черты тепловизионной биомедицинской диагностики.

- 2. Теоретические основы термографии. Законы теплового излучения.**
 - Законы теплового излучения для черного тела.
 - Излучение нечерных тел.
 - Закон Кирхгофа.
 - Определение температуры с помощью тепловизора.
 - Закон Ламберта и влияние угла наблюдения на определяемые значения температуры.

- 3. Устройство и характеристики современных тепловизионных приборов.**
 - Устройство современных тепловизоров.
 - Системы охлаждения детекторов ИК-излучения.
 - Материалы, типы и характеристики приемников ИК- излучения.

- 4. Программные средства количественного анализа термограмм.**
 - Возможности современных программ обработки тепловизионных изображений: построение температурных профилей, временных зависимостей температуры, гистограмм.
 - Функциональные изображения в термографии.
 - Методы оценки пространственной неоднородности распределения температур.

- 5. Математическое описание температурной динамики.**
 - Нестационарное уравнение теплопроводности и его решения для тел различной формы.
 - Моделирование температурной динамики с использованием биотеплового уравнения Пеннеса.
 - Количественная связи между уровнем кровенаполнения тканей и температурой поверхности кожи.

- 6. Принципы тепловизионной и рентгеновской диагностики раковых опухолей.**
 - Особенности опухолевой ткани
 - Выявление рака груди по анализу температурной асимметрии
 - Выявление рака груди по анализу формы гипертермических зон

- Сопоставление результатов рентгеновской и тепловизионной маммографии

7. Методы пространственно-временного анализа термограмм в диагностике нарушений гемодинамики конечностей.

- Картирование функциональной активности зон конечностей Тау-методом
- Построение карт распределения колебаний температуры

8. Принципы тепловизионной диагностики глазных патологий.

- Особенности распределения температуры в области глаз
- Патологические факторы, определяющие температурные изменения области глаз
- Патологии глаза, выявляемые с помощью термографии
- Тепловизионный контроль слезной динамики, оценка однородности распределения слезы на поверхности глаза

9. Тепловизионный контроль изменения психо-эмоционального состояния человека.

- Дистанционное определение частоты пульса
- Дистанционное определение частоты дыхания
- Анализ температурных изменений зоны лица во время прохождения теста Струпа

Перечень практических работ

1. Теоретические основы тепловидения. Количественный анализ термограмм.
2. Определение коэффициента излучения тел в инфракрасном диапазоне длин волн.
3. Изучение процессов терморегуляции человека при физической нагрузке с использованием велотренажера.
4. Анализ температурной реакции на окклюзионную пробу.
5. Изучение тепловых свойств воды при её нагреве и охлаждении.
6. Нагрузочное тестирование с использованием теста Струпа.
7. Определение температур окулярной области в процессе опускания - поднимания век.

Описания всех перечисленных практических работ имеются на кафедре медицинской физики.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего периода изучения дисциплины и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к практическим занятиям, в выполнении заданий преподавателя, работе в компьютерном классе и библиотеке.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При реализации различных видов учебной работы (лекции, практические занятия и самостоятельная работа) используются следующие современные образовательные технологии:

- Исследовательские методы в обучении;
- Проблемное обучение.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.04.02 «Физика» реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

1. стимулирование мотивации и интереса в осваиваемой предметной области;
2. повышение уровня активности и самостоятельности обучаемых;
3. развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации;
4. саморазвитие и развитие обучаемых благодаря активизации мыслительной деятельности и диалогическому взаимодействию с преподавателем и другими участниками образовательного процесса.

Профессиональные навыки формируются при выполнении функциональной тепловизионной диагностики органов и систем организма человека; проведении и оценке результатов лабораторных, инструментальных и иных исследований в целях распознавания состояния или установления факта наличия или отсутствия заболевания; выполнении научных исследований в рамках научной тематики направления подготовки; формирование понятийного аппарата, понимание принципов, законов и методологии физики происходит в рамках индивидуальных отчетов, коллоквиумов, разборов конкретных ситуаций, деловых игр.

Иная контактная работа представляет собой индивидуальные консультации, оказываемые очно и дистанционно с использованием информационных и телекоммуникационных технологий с учетом образовательных возможностей обучающихся.

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;

- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;

- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;

- использование индивидуальных графиков обучения;

- использование дистанционных образовательных технологий.

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

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего семестра и заключается в изучении литературы, подготовке к лекциям, практическим занятиям, в выполнении заданий лектора, работе в компьютерном классе или библиотеке, использовании интернет-технологий.

При проведении самостоятельной работы в ходе освоения дисциплины «Тепловизионная биомедицинская диагностика» используются учебная и научно-исследовательская литература, а также Интернет-ресурсы, приведённые в разделе 8.

Предлагаются вопросы для текущего контроля и промежуточной аттестации.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;

- при подготовке к выполнению и отчетам по практическим работам в ходе практических занятий тщательно изучать описание работы, задавать уточняющие вопросы преподавателю и дежурному инженеру, иметь отдельную тетрадь для оформления отчетов;

- при подготовке к контрольной работе пользоваться лекциями и рекомендованной литературой;

- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время промежуточной аттестации.

Перечень заданий для самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе чтения лекций

1. Органические и функциональные нарушения сердечно-сосудистой деятельности.
2. Патологические признаки, выявляемые методами функциональной диагностики.

3. Оптические свойства биологических тканей в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне длин волн.
4. Приемники и излучатели, используемые для фотоплетизмографии.
5. Сигнал пульсовых колебаний, анализ базового уровня, амплитуды и формы колебаний кровенаполнения.
6. Воздействие функциональных нагрузок на вид фотоплетизмограммы.
7. - Изменение вида фотоплетизмограммы при различных сердечно-сосудистых патологиях.
8. Физические основы метода лазерной доплеровской флоуметрии.
9. Диагностическое значение ритмов колебаний кровотока в микроциркуляторном русле.
10. Функциональные пробы для анализа микроциркуляции крови методом ЛДФ.
11. Устройство современных тепловизоров.
12. Возможности современных программ обработки тепловизионных изображений: построение температурных профилей, временных зависимостей температуры, гистограмм.
13. Функциональные изображения в термографии.
14. Диагностика болезни Рейно.
15. Тепловизионный контроль восстановления кровообращения конечностей при введении газотранспортных кровезаменителей.
16. Перспективы использования устройств для двухмерной визуализации кровотока.

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Функции системы терморегуляции тела человека.
2. Механизмы физической и химической терморегуляции.
3. Патологии, сопровождающиеся изменением температуры тканей.
4. Законы теплового излучения для черного тела. Закон Ламберта.
5. Законы теплового излучения для нечерных тел.
6. Принцип определения температуры с помощью тепловизора.
7. Устройство современных тепловизоров.
8. Материалы, типы и характеристики приемников ИК- излучения.
9. Возможности современных программ обработки тепловизионных изображений: построение температурных профилей, временных зависимостей температуры, гистограмм.
10. Функциональные изображения в термографии.
11. Нестационарное уравнение теплопроводности и его решения для тел различной формы.
12. Моделирование температурной динамики с использованием биотеплового уравнения Пеннеса.
13. Количественная связи между уровнем кровенаполнения тканей и температурой поверхности кожи.

14. Особенности опухолевой ткани. Выявление рака груди по анализу температурной асимметрии и по анализу формы гипертермических зон.
15. Сопоставление результатов рентгеновской и тепловизионной маммографии.
16. Картирование функциональной активности зон конечностей Гау-методом.
17. Построение карт распределения колебаний температуры.
18. Патологические факторы, определяющие температурные изменения области глаз.
19. Патологии глаза, выявляемые с помощью термографии.
20. Тепловизионный контроль слезной динамики, оценка однородности распределения слезы на поверхности глаза.
21. Дистанционное определение частоты пульса.
22. Дистанционное определение частоты дыхания.
23. Анализ температурных изменений зоны лица во время прохождения теста Струпа.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
1	20	0	20	20	0	10	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента 1 семестр

Лекции

Посещаемость, активность – от 0 до 20 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия

Выполнение заданий практических занятий – от 0 до 20 баллов.

Самостоятельная работа

Выполнение заданий для самостоятельной работы – от 0 до 20 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Выполнение контрольных заданий от 0 до 10 баллов.

Промежуточная аттестация (зачет) – от 0 до 30 баллов

Зачет проводится в устной форме и предполагает ответ на 2 вопроса билета.

При проведении промежуточной аттестации ответ оценивается на «зачтено» при количестве баллов >60 и на «не зачтено» при количестве баллов ≤ 60 ; Максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 1 семестр по дисциплине «Тепловизионная биомедицинская диагностика» составляет **100** баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Тепловизионная биомедицинская диагностика» в оценку (экзамен)

0 - 60 баллов	«не зачтено»
61 - 100 баллов	«зачтено»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Базаров И. П. Термодинамика - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар : Лань, 2010. - 375 с. (в НБ СГУ 48 экз.)
2. Тучин В. В. Оптика биологических тканей. Методы рассеяния света в медицинской диагностике / пер. с англ. В. Л. Дербова под ред. В. В. Тучина. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 811с. (в НБ СГУ 8 экз.)
3. Кирилловский В. К. Современные оптические исследования и измерения : учеб. пособие /. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010. - 303 с. (в НБ СГУ 20 экз.).
4. Герман, Ирвинг П.. Физика организма человека / пер. с англ. А. М. Мелькумянца, С. В. Ревенко. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. – 991 (в НБ СГУ 15 экз.)
5. Физиология человека: учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. - 2-е изд., доп. и перераб. - Москва : Медицина, 2007. – 654 с. (в НБ СГУ 60 экз.)
6. Оптоэлектроника и нанофотоника: учебное пособие / А. Н. Игнатов. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2011. - 538 с. (в НБ СГУ 12 экз.)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Windows XP Professional.
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations.
3. Microsoft Office Professional 2007.
4. Тепловизионная биомедицинская диагностика. Скрипаль А.В., Сагайдачный А.А., Усанов Д.А. Изд-во Сарат. ун - та. 2009. 118 с. http://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2014/07/04/teploviz._diagnostika_ves_tekst_2009_13.pdf
5. Курс «Интерактивная биология»: <http://www.interactive-biology.com>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Тепловизионная биомедицинская диагностика» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, измерительными приборами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками и пр. (презентации, программное обеспечение).

Место проведения практической подготовки: учебные лаборатории
Института физики

Автор
Доцент, к.ф.-м.н. А.А. Сагайдачный

Программа одобрена на заседании кафедры медицинской физики
от 5 октября 2021 г., протокол № 2.