

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

Е.В. Луков

» _____ 2022г.

ПРОГРАММА




кандидатского экзамена по научной специальности
«1.3.21. Медицинская физика»

Томск – 2022

Программа кандидатского экзамена по научной специальности «1.3.21. Медицинская физика» рассмотрена и рекомендована к утверждению ученым советом Физического факультета

протокол № 523 от 13.10.2022

Авторы-разработчики:

1. Кистенев Юрий Владимирович, д.ф.-м.н., профессор, профессор 
2. Черепанов Виктор Николаевич, д.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой оптики и спектроскопии 
3. Марченко Екатерина Сергеевна, д.ф.-м.н., доцент, заведующий лабораторией медицинских сплавов и имплантатов с памятью формы 

1. Общие положения

На основании постановления Правительства Российской Федерации от 23.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» кандидатские экзамены сдаются в соответствии с научной специальностью (научными специальностями) и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утверждаемой Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (далее – Минобрнауки России), по которым осуществляется подготовка (подготовлена) диссертации.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук представляет собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени к проведению научных исследований по научной специальности «1.3.21. Медицинская физика» по физико-математическим и техническим наукам (далее – кандидатский экзамен).

Программа кандидатского экзамена разработана на основе Паспорта научной специальности «1.3.21. Медицинская физика» (далее – Программа), утвержденного ВАК при Минобрнауки России <https://drive.google.com/drive/folders/1RNYkXhvAzaEF85GqxOH8HhbenJloUMR7>.

Организация и проведение приема кандидатского экзамена осуществляется в соответствии с установленным в НИ ТГУ порядком.

Подготовка по Программе может осуществляться как самостоятельно, так и в рамках освоения соответствующей программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре НИ ТГУ. Сдача аспирантом кандидатского экзамена является обязательным условием обучения и относится к оценке результатов освоения базовой дисциплины (модуля) образовательного компонента программы, осуществляемой в рамках промежуточной аттестации.

2. Структура кандидатского экзамена и шкала оценивания уровня знаний

Кандидатский экзамен проводится в форме устного экзамена по билетам продолжительностью один академический час и состоит из следующих частей:

1. Основные вопросы (не более трёх вопросов по содержанию курса «Медицинская физика»).
2. Дополнительные вопросы (не более двух вопросов из 2-го раздела содержания Программы).

Оценка уровня знаний по каждому вопросу осуществляется по пятибалльной шкале со следующим принципом перерасчета:

«отлично» – 5 баллов;

- «хорошо» – 4 балла;
- «удовлетворительно» – 3 балла;
- «неудовлетворительно» – 1-2 балла.

При оценивании ответов на каждый из вопросов экзаменационного билета учитываются следующие критерии:

Ответ на вопрос исчерпывающий, продемонстрировано понимание и знание сути вопроса в полном объеме. Замечаний нет.	5 баллов
Ответ на вопрос неполный, но раскрывающий основную суть вопроса, продемонстрировано понимание и знание вопроса в достаточном объеме. Замечания незначительные.	4 балла
Ответ неполный с существенными замечаниями, знания по вопросу фрагментарные и частичные, в том числе и по тематике диссертационного исследования.	3 балла
Ответ на вопрос дан неправильный или отсутствует	1-2 балла

Итоговая оценка за кандидатский экзамен выставляется решением экзаменационной комиссии:

«отлично» – при наличии не менее 80% 5-балльных ответов и отсутствии 3-2-1-балльных ответов;

«хорошо» – при наличии не менее 80% 4-балльных ответов и отсутствии 2-1-балльных ответов;

«удовлетворительно» – при наличии более 20% 3-балльных ответов и отсутствии 2-1-балльных ответов;

«неудовлетворительно» – при наличии 1-2 балльного ответа (или отказа отвечать на вопрос).

3. Перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче экзамена

Раздел 1. Основные вопросы (по содержанию курса «Медицинская физика»).

Тема 1. Физические явления и процессы в организме человека и животных в норме и при патологии, физические свойства тканей и органов человека и животных.

Тема 2. Математические модели физиологических и физических процессов, включая физиологические, патофизиологические, биохимические и другие изменения в организме человека и животных при воздействии на него различных физических факторов; физико-математические модели взаимодействия ионизирующих и неионизирующих излучений, полей, акустических колебаний с биологическими тканями и средами.

Тема 3. Физические методы и подходы для когнитивных исследований, изучения структуры и свойств мозга человека и животных.

Тема 4. Применение цифровых технологий, искусственного интеллекта и нейронных сетей в медицинской практике, в т.ч. с использованием технологий телемедицины.

Тема 5. Физические основы реабилитационной медицины, включая замещение функций отдельных органов, их фрагментов или физиологических систем, аддитивные технологии создания органов, тканей и их заменителей для задач реконструктивной медицины, в т.ч. гибридных материалов для биомедицинских приложений.

Тема 6. Физические методы и математические модели для исследования структуры и функциональных свойств молекулярных объектов медико-биологического назначения: биомакромолекулы, лекарственные препараты, в т.ч. комплексы с мембрано-подобными средами, релевантные вещества, жидкие и бионанокристаллы и др.

Тема 7. Физические принципы рентгенодиагностики, компьютерной и магнитно-резонансной томографии, микроволновой и ультразвуковой диагностики, интервенционной радиологии, тераностики.

Тема 8. Радиационные методы и радиационно-физические устройства для лучевой терапии; дозиметрическое планирование терапевтического облучения, клиническая дозиметрия, радионуклидная терапия и диагностика.

Тема 9. Методы контроля физических факторов, воздействующих на человека и животных.

Тема 10. Методы применения синхротронного и нейтронного излучения для ядерной медицины, включая адронную терапию, гамма-терапию, конвенциональную лучевую терапию, лучевую диагностику и терапию, позитронную эмиссионную томографию, протонную лучевую терапию, в т.ч. терапию тяжелыми ионами; методы производства радио-изотопов и выделения медицинских радионуклидов с целью создания радиофармпрепаратов для медицинской визуализации и терапии.

Тема 11. Физические основы обеспечения безопасности пациентов, персонала, населения и окружающей среды при использовании в медицинских целях источников ионизирующих и неионизирующих излучений, электромагнитных полей, ультразвукового и ударно-волнового воздействия и др.; разработка физических основ расчета и проектирования радиационной защиты медицинских реакторов, ускорителей, генераторов и аппаратов, применяемых в радиологических корпусах медицинских учреждений.

Рекомендуемая литература

1. Линденбратен Л. Д., Королюк И. П. Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии). Учебная литература для студентов медицинских вузов. М: Медицина 2000. 367с.
2. Kistenev Y.V., Borisov A.V., Vrazhnov D.A. Medical Applications of Laser Molecular Imaging and Machine Learning/ Монография. Bellingham, Washington USA: SPIE PRESS. 2021. 235с. <https://doi.org/10.1117/3.2599935>, ISBN: 9781510645349
3. Зубарев А.В., Гажонова В.Е. Диагностический ультразвук. М: Медицина. 2002. 237с
4. Сойфер В.А. Компьютерная обработка изображений, Ч.1// Соровский образовательный журнал, № 2, 1996, с. 118-124.
5. Сойфер В.А. Компьютерная обработка изображений Ч.2 //Соровский образовательный журнал, № 3, 1996 , с. 110-121.
6. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. М.: Мир, т.1,2. 1982.
7. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: "Наука", 1970.
8. Клышко Д.Н. Физические основы квантовой электроники. М.: "Наука", 1986.
9. Гурвич А.М. Введение в физическую химию кристаллофосфоров. М.: "Высшая школа", 1971.
10. Зуев М.Г., Ларионов Л.П Новые материалы для медицины. - 2006 г.
11. Манабу С. Полимеры медицинского назначения. - 1981 г.
12. Тернов И.М., Михайлин В.В. Синхротронное излучение. Теория и эксперимент. М.: Энергоатомиздат, 1986.
13. Исимару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. Т. 1,2. М.: Мир, 1981.
14. Васильев А.Н., Михайлин В.В. Введение в спектроскопию твердого тела. М.: Издательство МГУ, 1987.
15. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул. Ростов- на- Дону: Феникс, 1997. – 560 с.
16. Нурмухаметов Р.Н. Поглощение и люминесценция ароматических соединений. М.: Химия, 1971. - 216 с.
17. Кук. Д. Квантовая теория молекулярных систем. Единый подход. Москва: Интеллект, 2012. –256 с.
18. Пекер Я.С., Бразовский К.С., Борисов А.В., Технологии живых систем. Математическое моделирование. Томск, 2014.
19. Шаповалов А.В. Введение в нелинейную физику (учебное пособие). Томск: Изд-во ТПУ. 2002. – 129 с.
20. Пушкарева А.Е. Методы математического моделирования в оптике биоткани. Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 103 с.
21. Физические основы дозиметрии. Радиационная безопасность/ Л.Д. Зарипова. — Казань: Изд-во Казанск. гос. ун-та . 2008.-42 с.

22. Мелерзанов А.В., Жаров В.П. Обзор по молекулярной тераностике. Проблемы стандартизации в здравоохранении. – 2017. - 5-6. – С.12-19.

Раздел 2. Дополнительные вопросы («1.3.21. Медицинская физика»)

Область исследования: **Биофотоника**

1. Физические основы оптической когерентной томографии.
2. Физические основы оптической когерентной эластографии
3. Физические основы процессов флуоресценции, рассеяния и поглощения в биологических образцах.
4. Распространение света в биотканях, основные принципы распространения света и наиболее важные поглотители.
5. Физические основы оптической нелинейной томографии.
6. Физические основы фотоакустической визуализации.
7. Физические принципы работы спектрометров и спектрографов.
8. Классификация межмолекулярных сил. Короткодействующие и дальнедействующие силы.
9. Методы визуализации в биофотонике.
10. Принципы фотодинамической терапии.

Рекомендуемая литература

1. Тучин В.В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях, 2-е издание, Физматлит, 2010.
2. Оптическая биомедицинская диагностика. Т.1, 2 / Под ред. Тучина В.В. Пер. с англ. М., Физматлит, 2007; Handbook on Optical Biomedical Diagnostics. V. PM107 / Ed. by Tuchin V.V. Bellingham, SPIE Press, 2002.
3. Kistenev Y.V., Borisov A.V., Vrazhnov D.A. Medical Applications of Laser Molecular Imaging and Machine Learning/ Монография. Bellingham, Washington USA: SPIE PRESS. 2021. 235с. <https://doi.org/10.1117/3.2599935>, ISBN: 9781510645349
4. Лакович Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии. М: Мир, 1986. Введение, Гл. 1-3, 5 и 7.
5. Ельашевич М. А. Атомная и молекулярная спектроскопия. М., ГИФМЛ. 1962.
6. Межмолекулярные взаимодействия: от двухатомных молекул до полимеров / Под. ред Б. Пюльмана. - М.: Мир, 1981, 592 с.
7. Каплан И.Г.. Межмолекулярные взаимодействия. Физическая интерпретация компьютерные расчеты и модельные потенциалы. - М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2015, 394 с.
8. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул. Ростов- на- Дону: Феникс, 1997. – 560 с.
9. Валиев Р.Р. Квантовая химия в спектроскопии. – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. – 140 с.

10. Дунаев А.В. Мультимодальная оптическая диагностика микроциркуляторно-тканевых систем организма человека. – Старый Оскол. ТНТ. 20203. – 440с.
11. Гладкова, Н. Д. Руководство по оптической когерентной томографии / од редакцией д. м. н., проф. Н. Д. Гладковой, д. м. н. Н. М. Шаховой, чл. -корр. РАН, д. ф. -м. н. А. М. Сергеева. – М.: Физматлит. - 2007. - 296 с. - ISBN 978-5-9221-0820-1.
12. Мультимодальная оптическая когерентная томография в клинической медицине//Под ред. Гладковой Н.Д., Геликонова Г.В., Киселевой Е.Б. – М.: Физматлит. – 2022. – 336с.
13. Левшин Л.В., Салецкий А.М. Люминесценция и ее измерения. (Молекулярная люминесценция). М.: Издательство МГУ, 1989.
14. Левшин Л.В., Салецкий А.М. Оптические методы исследования молекулярных систем. Ч.1. Молекулярная спектроскопия. М.: Издательство МГУ, 1994.
15. Ахманов С.А., Выслоух В.А., Чиркин А.С. Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. М.: "Наука", 1990.

Область исследования: **Медицинское материаловедение**

1. Биосовместимость материалов с тканями организма. Условия биомеханической и биохимической совместимости. Требования, предъявляемые к материалам для медико-биологического применения.
2. Типы биоматериалов. Классификация, основные характеристики, определения. Принципы отбора имплантационных материалов. Общие методы изучения физико-химических и биомеханических свойств биоматериалов. Современные имплантационные материалы.
3. Полимеры. Строение, основные особенности. Фазовые состояния и структуры полимеров. Физико-механические свойства. Области применения в медицине.
4. Кальциофосфатные биоматериалы. Биокерамика из гидроксиапатита, физические свойства. Кальциофосфатные покрытия на имплантатах. Биодegradация кальциофосфатных материалов. Остеоинтеграция биоматериалов. Области применения в медицине. Биоинертные материалы. Керамические материалы, разновидности. Фарфоры и металлокерамика. Общая характеристика, структура и свойства, биосовместимость. Области применения в медицине.
5. Биоактивные материалы. Биоситаллы. Биоактивные покрытия на металлах, сплавах, биоинертных керамиках. Структура и свойства, области применения. Композиционные материалы. Структура и свойства, области применения в медицине.
6. Углеродные материалы. Структура и свойства, области применения. Металлические материалы. Металлы и сплавы. Стали. Титан и титановые сплавы,

тантал, золото, серебро, никелид титана. Пористые проницаемые материалы на основе металлов и сплавов. Физико-механические и коррозионные свойства, области применения в медицине.

7. Особенности сплавов на основе никелида титана, пористых и беспористых, их свойства, области применения.

8. Физико-механические свойства биоматериалов. Упругость и пластичность, деформационные и прочностные характеристики имплантационных материалов, закон Гука. Физико-механические закономерности формоизменения металлических и биологических систем. Закон запаздывания биологических систем. Отбор имплантационных материалов, основные принципы.

9. Износ материалов при эксплуатации. Механические и коррозионные воздействия на материалы в биологических средах. Электрохимическая коррозия металлов. Защита от коррозии. Коррозионная стойкость металлических систем в условиях деформации. Разрушение имплантационных материалов.

10. Реакция организма на материалы Местная реакция тканей на имплантируемые материалы. Заживление ран. Клеточные реакции на инородные тела. Общее влияние имплантируемых материалов на организм. Тканевые реакции организма на имплантацию конструкций из пористого никелида титана. Влияние материалов на кровь.

Рекомендуемая литература.

1. Вихров С.П., Холмина Т.А., Бегун П.И., Афонин П.Н. Биомедицинское материаловедение. Учебное пособие для вузов. — М.: Горячая линия-Телеком, 2006. — 383 с.

2. Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы: в 14 т. / В. Э. Гюнтер [и др.]; под ред. В.Э. Гюнтера. — Т. : Изд-во МИЦ, 2011. — Т.1. — 534 с.

3. Биосовместимые материалы и имплантаты с памятью формы / В.Э. Гюнтер, В.Н. Ходоренко, Ю.Ф. Ясенчук [и др.]; под ред. В. Э. Гюнтера. — Northampton, MA : STT, 2001. — 256 с.

4. Конспекты лекций по медицинской и биологической физике / под ред. С.С. Перцова [и др]. — М. : МГМСУ им. А.И. Евдокимова, 2017. — 175 с.

5. Нелинейные вязкоупругие свойства биологических тканей / А.В. Кобелев, Л.Т. Смолюк, Р.М. Кобелева, Ю.Л. Проценко. — Екатеринбург : УрО РАН, 2012. — 214 с.

6. Итин В.И. Высокотемпературный синтез интерметаллических соединений / В.И. Итин, Ю.С. Найбороденко. — Томск : Изд-во Том. ун-та, 1989. — 214 с.

7. Кривобоков В.П. Плазменные покрытия (методы и оборудование) : учеб. пособие / В.П. Кривобоков, Н.С. Сочугов, А.А. Соловьёв. — Томск : Изд-во Том. политехн. ун-та, 2008. — 104 с.

8. Вихров С. П. и др. Биомедицинское материаловедение: Учебное пособие для вузов //М.: Горячая линия-Телеком. — 2006. — Т. 383.

9. Полимерные композиты с высокими упруго-прочностными характеристиками: моногр. / С.В. Курин [и др.]. — Пенза : ПГУАС, 2016. — 124 с.

10. Волокнистые композиционные материалы с металлической матрицей / М. Х. Шоршоров [и др.]. – М. : Машиностроение, 1981. – 272 с.
11. Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А. и др. Введение в физику поверхности. – М.: Наука, 2006. – 490 с.
12. Биокерамика на основе фосфатов кальция - Баринов С.М. - 2005 г.

3. Примеры экзаменационных билетов

БИЛЕТ № 1

1. Физические основы оптической нелинейной томографии
2. Оптические свойства биотканей

БИЛЕТ № 2

1. Люминесценция. Классификация люминесценции по длительности свечения и способу ее возбуждения. Закон Стокса-Ломмеля. Закон Вавилова
2. Фотофизические процессы и фотохимические реакции, протекающие под действием света.

БИЛЕТ № 3

1. Флуоресцентные зонды.
2. Когерентно-оптические методы и устройства для биомедицинской диагностики и томографии.

БИЛЕТ № 4

1. Аддитивные технологии создания органов, тканей и их заменителей для задач реконструктивной медицины.
2. Методы контроля физических факторов, воздействующих на человека и животных.

БИЛЕТ № 5

1. Физические методы и математические модели для исследования структуры и функциональных свойств молекулярных объектов медико-биологического назначения.
2. Физические основы фото-акустической визуализации.

БИЛЕТ № 6

1. Особенности сплавов на основе никелида титана, пористых и беспористых, их свойства, области применения.
2. Спектры поглощения и спектры действия фотосинтеза. Сечение фотохимической реакции. Искажения спектров в растворах и биологических объектах.

БИЛЕТ № 7

1. Механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с биологическими тканями.
2. Основные оптические методы исследования биологических объектов: абсорбционная спектроскопия видимого и ультрафиолетового света, флуоресцентная спектроскопия, ИК-, терагерцовая и рамановская спектроскопия.

БИЛЕТ № 8

1. Особенности распространения акустических волн в биологических тканях. Скорость акустических волн и механизмы взаимодействия звука с биотканями. Диапазон частот ультразвуковых колебаний, используемых в биомедицинской диагностике.
2. Физико-механические свойства биоматериалов. Упругость и пластичность, деформационные и прочностные характеристики имплантационных материалов.

БИЛЕТ № 9

1. Общая классификация электромагнитного излучения. Спектральная область фотохимических и фотобиологических процессов.
2. Типы биоматериалов. Классификация, основные характеристики, определения. Принципы отбора имплантационных материалов. Общие методы изучения физико-химических и биомеханических свойств биоматериалов. Современные имплантационные материалы.

БИЛЕТ № 10

1. Закон Бугера для рассеивающих и поглощающих сред.
2. Полимеры. Строение, основные особенности. Фазовые состояния и структуры полимеров. Физико-механические свойства. Области применения в медицине.

БИЛЕТ № 11

1. Условия биомеханической и биохимической совместимости. Требования, предъявляемые к материалам для медико-биологического применения.
2. Флуоресцентная спектроскопия. Аппаратура для люминесцентного анализа.