

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

10 июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА»

Направление подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность (профиль) образовательной программы – Физика твердого тела

Квалификация выпускника – Магистр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 1 Семестр 1

Зачет 1 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108.0 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель Е.В. Стукова, доцент, д-р физ.-мат. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра физики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 898

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

01.02.2024 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой Стукова Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

10 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

10 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Стукова Е.В. Стукова

10 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

10 июня 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Ознакомить магистрантов с современными проблемами научных исследований в физике конденсированного состояния, материаловедении и с теоретическими подходами, моделями и методами их описания.

Задачи дисциплины:

Развитие у магистрантов научного подхода к описанию сложных явлений и к исследованию различных современных проблем физики и математики

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Современные проблемы физики твердого тела» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана по программе магистратуры. Другие дисциплины, такие как «Теоретические и экспериментальные методы физики», Производственная практика (научно-исследовательская работа) изучаются на основе знаний данной дисциплины. Также освоение данной дисциплины будет полезным студенту при выполнении магистерской работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Обще профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные и прикладные знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения профессиональных задач, в том числе в сфере педагогической деятельности	ИД-1 _{ОПК-1} Обладает специальными знаниями и практическим опытом решения актуальных задач фундаментальной и прикладной физики ИД-2 _{ОПК-1} Умеет использовать методы решения прикладных задач в профессиональной деятельности.
ОПК-3 Способен в рамках своей профессиональной деятельности анализировать, выявлять, формализовать и находить решения фундаментальных и прикладных научно-технических, технологических и инновационных задач	ИД-1 _{ОПК-3} Знает основные научные подходы к решению фундаментальных и прикладных научно-технических, технологических и инновационных задач ИД-2 _{ОПК-3} Умеет выбирать методы решения научно-технических задач профессиональной деятельности

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.00 зачетных единицы, 108.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7	
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9				
1	Фундаментальные физические константы	1	2					2						20	Проверка в ходе практических занятий
2	Квантовая гравитация, космология. Общая теория относительности.	1	10					8						33.8	Проверка в ходе практических занятий
3	Физика надмолекулярной самоорганизации в химии и биологии	1	6					6						20	Проверка в ходе практических занятий
4	Зачет	1									0.2				
Итого				18.0		0.0		16.0		0.0	0.2	0.0	0.0	73.8	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Фундаментальные физические константы	Новые рекомендованные значения фундаментальных физических постоянных (КОДАТА 2006). Основные физические константы, известные с абсолютной точностью (по определению): скорость света в вакууме, частота сверхтонкого расщепления в цезии, магнитная постоянная, электрическая постоянная.
2	Квантовая гравитация, космология. Общая теория	Физические основы ОТО. Элементы математического аппарата ОТО. Частицы в

	относительности.	гравитационном поле. Расстояния и промежутки времени в ОТО. Движение частицы в гравитационном поле. Слабое гравитационное поле. Ньютоновский предел. Постоянное гравитационное поле. Распространение света в постоянном гравитационном поле. Гравитационное смещение спектральных линий. Уравнения гравитационного поля. Уравнения Эйнштейна и вариационный принцип. Тензор энергии- импульса. Ньютоновский предел. Космологическая постоянная. Законы сохранения. Слабые гравитационные поля в отсутствие источников. Гравитационные волны. Плоские гравитационные волны. Поляризация гравитационных волн. Поиски гравитационных волн. Центральное- симметричное гравитационное поле.
3	Физика надмолекулярной самоорганизации в химии и биологии	Зеленый флуоресцентный белок (2008), GFP в датчиках, биосенсорах и чипах. Классификация датчиков и биосенсоров. Преобразователи химических сигналов и мультиплексный принцип детектирования. Основные аналитические характеристики сенсоров. Каталитические и аффинные биосенсоры. Иммунизация биологического материала. Сходства и различия GFP и люцифераз. Люциферазные биосенсоры и чипы. Содержание существующих пособий по биосенсорам. Фрагменты люциферазных чипов (Duke) ЯМР-спектроскопия биомолекул в растворе (2002) и ЯМР томография (2003). ЯМР спектроскопия люцифераз. Перспективы использования биоломинесцентных ферментативных систем в биотестировании. Действие химических соединений на биоломинесцентную реакцию. Влияние молекул на процессы переноса энергии, электрона и водорода в биоломинесцентной системе. Примеры ЯМР томографии. Результаты десятилетнего применения биоломинесцентного анализа в биологии. Точные формулировки границ применимости – от биотестирования до количественной биологии.

5.2. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Фундаментальные физические константы	Согласованные и рекомендованные значения физических постоянных: постоянные Джексона и фон Клитцинга, масса атома углерода. Физико-химические постоянные. Методы количественной биологии. Основные понятия.
Квантовая гравитация, космология. Общая теория	Физика черных дыр. Классификация черных дыр. Законы термодинамики черных дыр. Испарение

относительности.	черных дыр. Информационный парадокс. Космология. Наблюдательные основы космологии. Метрика Фридмана — Робертсона — Уокера . Модели расширяющейся Вселенной. Теоретические основы современной космологии. Нерешенные проблемы современной космологии .
Физика надмолекулярной самоорганизации в химии и биологии	Микротрубочки и микрофиламенты. Наномашины и бироботы, принципы их создания. Ионные каналы (2003). АТФ-синтаза. Кинезин, миозин, жгутиковый молекулярный двигатель. Неорганические (химические) молекулярные двигатели. Самосборка нанороботов. Устройства адресной доставки лекарств. Медицинская и биоинженерная физика. Физико- химические основы межклеточных коммуникаций. Регулирующие системы человека. Биомеханика человека и биоэнергетика здорового и больного организма. Методология и методы медико- физических исследований и диагностики заболеваний. Устройства и приборы для биологических и медицинских исследований. Физика сенсорных материалов и устройств. Физические принципы преобразования химических и биологических параметров в доступные для использования сигналы в датчиках. Материаловедческие и технологические аспекты формирования чувствительных элементов сенсоров. Синтез адаптивных сенсорных устройств. Физика современных медицинских технологий. Физическое материаловедение. Физика и химия биополимеров. Композиционные материалы. Биологическая совместимость материалов. Воздействие электромагнитного излучения на биологические объекты. Томография. Современные методы обработки информации. Физические методы моделирования биологических процессов. Методы медицинской, микробиологической и экологической диагностики. Биочипы и биокластеры. Селективная биодиагностика и хемотерапия.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Фундаментальные физические константы	Проверка в ходе практических занятий	20
2	Квантовая гравитация, космология. Общая теория относительности.	Проверка в ходе практических занятий	33.8

3	Физика надмолекулярной самоорганизации в химии и биологии	Проверка в ходе практических занятий	20
---	--	--------------------------------------	----

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Методы применяемые в обучении. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. При реализации дисциплины, используются традиционные и современные образовательные технологии.

При чтении лекций по данной дисциплине используются активные методы обучения: мини-лекция, лекция - пресс-конференция, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция-дискуссия, лекция-беседа. Визуализация отдельных фрагментов лекции через компьютерные презентации. Практические занятия: творческие задания, работа в малых группах, дискуссия.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Современные проблемы физики твердого тела».

Примерные вопросы к зачету

1. Вопрос об объединение квантовой механики и теории относительности.
2. Непрерывность или дискретность пространства и времени.
3. Самосогласованная теория – как продукт дискретной структуры пространства и времени.
4. Квантовая гравитация.
5. Тепловое излучение черных дыр и их внутренняя структура.
6. Испарение черных дыр.
7. Размерность и фундаментальные свойства Вселенной.
8. Мультивселенная.
9. Антропный принцип существования Вселенной.
10. Основные физические константы, известные с абсолютной точностью
11. Волны спиновой и зарядовой плотности.
12. Собственные сигналы белков, которые управляют их транспортом и локализацией в клетке
13. Согласованные и рекомендованные значения физических постоянных
14. Плазмон, экситон, полярон, поляритон
15. G-белки и их роль в передаче сигнала в клетке
16. Постоянная Джозефсона и квант магнитного потока
17. Эктон, конформон, боголонны в сверхпроводниках (куперовские пары)
18. Функции одиночных ионных каналов в клетках
19. Постоянная фон Клитцинга, кванты сопротивления и проводимости
20. Ротоны Фейнмана и вихри Абрикосова.
21. Сканирующий туннельный микроскоп
22. Квантование энергии, квант действия, постоянная Планка.
23. Применение методов физики конденсированного состояния в фундаментальной механике клетки.
24. Локальные и глобальные параметры биологического состояния.
25. Коллективные возбуждения
26. РНК интерференция - замалчивание генов
27. Как и почему изменилась принципиально точка зрения на измерения с точностью более 10 значащих цифр после запятой

28. ЯМР томография и ЯМР-спектроскопия биомолекул в растворе
29. Методы количественной биологии.
30. Ключевые регуляторы клеточного цикла
31. Проблема биомаркеров.
32. Методы микрочипового анализа в биологии и медицине.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Гольдаде, В. А. Физика конденсированного состояния / В. А. Гольдаде, Л. С. Пинчук. — Минск : Белорусская наука, 2009. — 648 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/11505.html> (дата обращения: 06.06.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Гольдаде, В. А. Физика конденсированного состояния / В. А. Гольдаде, Л. С. Пинчук. — Минск : Белорусская наука, 2009. — 648 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/11505.html> (дата обращения: 06.06.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://window.edu.ru	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
2	https://scholar.google.ru/	Google Scholar — поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
3	http://www.mavicanet.ru/	MavicaNET - Многоязычный Поисковый Каталог. Теоретическая физика. Институты, лаборатории и др. организации, занимающиеся исследованиями в области теоретической физики. Может содержать все существующие подкатегории раздела физика, если источник связан с теоретическими исследованиями.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, лабораторных занятий, аудиторий курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»

и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.