

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы физики
и исследований им. Ландау
А.В. Рогачев**

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Теоретические и экспериментальные методы в математике и физике
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра инновационных образовательных технологий
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: М.Г. Машкова, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры инновационных образовательных технологий 13.05.2025

Аннотация

Дисциплина «Теоретические и экспериментальные методы в математике и физике» содействует фундаментализации образования и развитию логического мышления. Основная задача дисциплины – закрепление у магистрантов навыков работы на установках.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Формирование профессиональных компетенций и системных представлений о методах анализа и обработки теоретических и экспериментальных данных.

Задачи дисциплины

1. использовать специализированные знания в области математики и физики для освоения профильных физических дисциплин;
2. проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических математических и физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов

Технологии	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- об основных методах и приборах для измерений физических параметров;
- о методах анализа и обработки экспериментальных данных;
- физические принципы, положенные в основу методов исследования и работы измерительных приборов, основные методы измерений теплофизических параметров веществ, изучения поверхности твердых тел, характеристики и принцип действия измерительных установок, методы анализа и обработки экспериментальных данных.

уметь:

- пользоваться обширным справочным материалом по методам, приборам и датчикам для измерений теплофизических параметров, микроскопического и спектроскопического анализа состава и свойств поверхности наноматериалов, для использования их в конкретных экспериментальных условиях;
- планировать измерительный эксперимент так, чтобы точность измерений соответствовала поставленной цели,
- учитывать возможность систематических ошибок и принимать меры к их устранению, анализировать результаты измерений и делать правильные выводы.

владеть:

- умением планировать и организовывать эксперимент;
- умением выбирать методы и средства измерений в соответствии со стандартами (техническими регламентами) и анализировать полученные результаты;
- навыками пользования приборами и оборудованием;
- способностью осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение в дисциплину. Метрология: основные понятия и термины.	6	6		6
2	Физические приборы	6	6		6
3	Методы измерения механических величин	6	6		6
4	Методы изучения поверхности	6	6		6
5	Основы анализа экспериментальных данных	6	6		6
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Введение в дисциплину. Метрология: основные понятия и термины.

Методы познания. Важнейшие признаки научного познания. Физические свойства, величины и шкалы. Физические величины. Системы физических величин и их единиц.

2. Физические приборы

Классификация приборов по назначению, отраслям назначения и систематизация приборов по принципу действия. Конструктивное оформление приборов. Классификация экспериментальных методов исследования: аппаратура для экспериментальных исследований; сведения об основных типах стандартных измерительных приборов и устройств.

3. Методы измерения механических величин

Методы измерения линейных величин. Методы измерения угловых величин. Методы определения поверхности, расхода и временных промежутков. Экспериментальные методы измерения угловых скоростей. Методы измерения колебаний, сил и моментов инерции.

4. Методы изучения поверхности

Формальные и неформальные институты образовательной организации. Проблема неформального образования в педагогической науке и практике. Организационная структура нового типа, опыт РФ.

5. Основы анализа экспериментальных данных

Математическая статистика. Построение интервальной оценки для математического ожидания. Статистические гипотезы. Эмпирические зависимости. Оценка погрешностей результатов. Методы планирования экспериментов, логические основы. Методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Стандартная учебная аудитория, оснащенная оборудованием для проведения презентаций. Доступ к электронным учебным материалам посредством ресурсов поддержки электронного обучения ЦДПО МФТИ и партнерских образовательных площадок. Форматы представления электронных учебных материалов: в виде массовых онлайн курсов (МООС) в системе дистанционного обучения провайдера массовых открытых онлайн курсов. Слушателю необходимо наличие доступа в сеть интернет, компьютер.

Преподавателю курса необходимо наличие доступа администратора курса на LMS-платформе к материалам курса.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Старовиков, М. И. Введение в экспериментальную физику : учебное пособие / М. И. Старовиков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-0862-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210155>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Фомин, Д. В. Экспериментальные методы физики твердого тела : учебное пособие / Д. В. Фомин. — Саратов : Вузовское образование, 2017. — 185 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/57258.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Фриш, С. Э. Оптические спектры атомов : учебное пособие / С. Э. Фриш. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 640 с. — ISBN 978-5-8114-1143-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210515>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Бекряев В. И. Основы теории эксперимента : учеб. пособие / В. И. Бекряев - СПб.: Изд. РГТМУ, 2001. - 266 с.
5. Величко Е. П. Биомолекулярная электроника. Введение : учеб. пособие / Б. Н. Величко, О. К). Цыбин. — СПб. : Изд-во Политехи, унта, 2012.- 260 с.
6. Князев Б. А, Начала обработки экспериментальных данных / Б. А. Князев, В. С. Черкасский ; Новосибирск. - 1996. - 93 с.
7. Лиисон Г. ВејmKHC эксперименты в физике: [пер. с англ.] / Г. Липсон; под ред. В. И. Рыдника. — М. : Вузовская книга, 2011, — 196 с.

Дополнительная литература

1. Международный словарь по метрологии: основные и общие понятия и соответствующие термины. International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM): [пер. С англ. и фр.]. – 2-е изд., испр. / НПО «Профессионал». – СПб., 2010. – 82 с. URL: <http://mathscinet.ru/slaev/records/images/SlaevChun02.pdf>.
2. Постановление Правительства РФ «Об утверждении положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации» от 31 октября 2009 г. № 879. URL: http://www.fundmetrology.ru/depository/01_пра/по879.pdf.
1. Рыков В. В. Математическая статистика и планирование эксперимента : конспект лекций / В. В. Рыков, В. Ю. Иткин; РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина. - М., 2008. - 210 с.
2. Tantau T., Wright J., Miletic V. The beamer class. User Guide for version 3.33.- 2013.
3. The International Technology Roadmap for Semiconductors: 2010 Update, URL: http://www.itrs.net/LINKS/2010ITRS/2010Update/ToPost/2010_Update_Overview.pdf.
4. Willkins D. R. Getting Started with Plain TeX, – 1994. – 40 p. URL: <http://www.ntg.nl/doc/wilkins/pllong.pdf>.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Платформа вступительных испытаний Физтех-Лицея: <https://lms.ftl.name>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На практических занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию учебного видео в системах дистанционного обучения.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен, с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения и понятия, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра инновационных образовательных технологий
курс:	<u>1</u>
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: М.Г. Машкова, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Теоретические и экспериментальные методы в математике и физике» обучающийся должен:

знать:

- об основных методах и приборах для измерений физических параметров;
- о методах анализа и обработки экспериментальных данных;
- физические принципы, положенные в основу методов исследования и работы измерительных приборов, основные методы измерений теплофизических параметров веществ, изучения поверхности твердых тел, характеристики и принцип действия измерительных установок, методы анализа и обработки экспериментальных данных.

уметь:

- пользоваться обширным справочным материалом по методам, приборам и датчикам для измерений теплофизических параметров, микроскопического и спектроскопического анализа состава и свойств поверхности наноматериалов, для использования их в конкретных экспериментальных условиях;
- планировать измерительный эксперимент так, чтобы точность измерений соответствовала поставленной цели,
- учитывать возможность систематических ошибок и принимать меры к их устранению, анализировать результаты измерений и делать правильные выводы.

владеть:

- умением планировать и организовывать эксперимент;
- умением выбирать методы и средства измерений в соответствии со стандартами (техническими регламентами) и анализировать полученные результаты;
- навыками пользования приборами и оборудованием;
- способностью осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Текущая аттестация по дисциплине «Теоретические и экспериментальные методы в математике и физике» осуществляется в форме коротких самостоятельных проверочных работ, проводимых в конце изучения каждой темы.

Примеры самостоятельных проверочных работ текущего контроля:

1. Явления переноса и кинетическое уравнение Больцмана для невырожденного электронного газа.
2. Уравнение Больцмана в приближении времени релаксации.
3. Строение молекул. Число степеней свободы.
4. Разделение энергии молекулы на части. Квантование энергии колебательного движения атомов.

5. Кривые потенциальной энергии. Колебательные степени свободы.
6. Нормальные колебательные координаты. Классификация нормальных колебаний по форме. Общий метод решения задачи о нормальных колебаниях.
7. Статистика фононов. Характеристические частоты. Анггармоничность колебаний.
8. Волны поляризации в ионных кристаллах. Поляритоны: типы и дисперсия.
9. Взаимодействие электромагнитного излучения с волнами поляризации.
10. Методы теоретического познания в физике
11. Экспериментальные методы физики твердого тела

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень типовых вопросов:

1. Дифференциальная спектроскопия.
2. Спектроскопия ИК-отражения.
3. ИК-Фурье спектроскопия. Техника ИК-Фурье спектроскопии.
4. Техника спектроскопии КРС. Методы возбуждения. Поляризационные измерения КРС, степень деполяризации.
5. Растровые спектральные приборы (спектрометры).
6. Модуляционная спектроскопия.
7. Спектроскопия насыщения поглощения.
8. Вынужденное КРС. Микро-КРС.
9. Инверсное комбинационное рассеяние и ГКР. Четырехволновое смешение (КАРС).
10. Спектры фотолюминесценции при возбуждении спонтанного КРС.
11. Понятия эмиссионной и абсорбционной спектроскопии.
12. Современные методы исследования вещества
13. Оптические спектры атомов
14. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников
15. Электронная и оптическая микроскопия

Примеры билетов:

Билет 1.

1. Модуляционная спектроскопия.
2. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников

Билет 2.

1. Дифференциальная спектроскопия.
2. Оптические спектры атомов

Критерии оценивания

Оценка «отлично (10)» – заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную и дополнительную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на занятиях, разбирающийся в основных научных концепциях по изучаемой дисциплине, проявивший творческие способности и научный подход в понимании и изложении учебного программного материала, чей ответ отличается богатством и точностью использованных терминов, а изложение материала в нем последовательно и логично;

Оценка «отлично (9)» – заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой, активно работавший на занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению, чей ответ отличается точностью использованных терминов, а изложение материала в нем последовательно и логично;

Оценка «отлично (8)» – заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению.

Оценка «хорошо (7)» – заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению;

Оценка «хорошо (6)» – заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, отличавшийся достаточной активностью на занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы;

Оценка «хорошо (5)» – заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе на зачете, но обладающий необходимыми знаниями для самостоятельного устранения допущенных погрешностей;

Оценка «удовлетворительно (4)» – заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе на зачете, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя допущенных погрешностей;

Оценка «удовлетворительно (3)» – заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, однако допустивший погрешности при их выполнении и в ответе на зачете, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя наиболее существенных погрешностей;

Оценка «неудовлетворительно (2)» – выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях или отсутствие знаний по значительной части основного учебно-программного материала, не выполнившему самостоятельно предусмотренные программой основные задания, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, допускающему существенные ошибки при ответе, и не способному продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине;

Оценка «неудовлетворительно (1)» – нет ответа (отказ от ответа) или представленный ответ полностью не соответствует существу содержащихся в задании вопросов.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Зачет проводится в устной форме по билетам.

В каждом билете представлено два теоретических вопроса.

При проведении зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку.

Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.