



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
/Н.М. Буднев
«20» апреля 2024 г.



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Теоретическая физика

Научная специальность 1.3.3 Теоретическая физика

Форма обучения очная

Согласовано с УМК физического факультета
протокол №42 от «15» апреля 2024 г.

Председатель УМК  /Буднев Н.М./

Программа рассмотрена на заседании кафедры
теоретической физики

«15» марта 2024 г. Протокол №7

И.о. зав.кафедрой  /Ловцов С.В./

Иркутск 2024 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	4
4. Содержание дисциплины.....	4
4.1. Содержание разделов и тем дисциплины.....	4
4.2. Разделы и темы дисциплин и виды занятий	8
5. Примерная тематика курсовых рабо (проектов) (при наличии).....	8
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	8
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	10
8. Образовательные технологии	10
9. Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	11

1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теоретическая физика» являются:

- получение аспирантами ключевых представлений об основных подходах к теоретическому описанию физических процессов и явлений;
- формирование у аспирантов систематических знаний о методах решения теоретических и практических задач физики на основе современных математических моделей описания физических объектов;
- развитие научного мышления и создание фундаментальной базы для дальнейшей успешной профессиональной деятельности в областях, связанных с текущими исследованиями аспирантов.

Задачами курса являются:

- изучение современных представлений теоретической физики о физических моделях и математических методах описания реальных физических объектов и систем;
- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями современной теоретической физики, а также методами физического исследования;
- формирование научного мировоззрения и современного физического мышления;
- приобретение и развитие навыков решения конкретных теоретико-физических проблем с использованием подходов и методов математической физики;
- формирование умений и навыков обоснования и применения адекватных математических моделей для описания физических процессов.

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Аспирант, изучивший курс «Теоретическая физика» должен

знать:

- современные представления о природе основных физических явлений, о причинах их возникновения и взаимосвязи;
- основные понятия и теории, описывающие состояние физических объектов и систем и протекающие в них физические процессы;
- математические методы, позволяющие адекватно описать и объяснить протекание любого конкретного физического процесса или явления;

уметь:

- использовать знания фундаментальных основ и методов теоретической физики для решения практических задач;
- выделить главное содержание исследуемого физического явления и выбрать адекватную физическую модель его описания, позволяющую рассчитать основные характеристики;
- самостоятельно изучать и понимать специфическую научную и методическую литературу, связанную с современными проблемами теоретической физики.

владеть:

- практическими навыками решения конкретных задач профессиональной деятельности;
- методологией проведения теоретических исследований;
- методами выполнения исследовательских работ.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего академических часов	Курсы			
					4
Аудиторные занятия (всего)	2				2
В том числе:					
Лекции	2				2
Практические занятия (ПЗ)					
Самостоятельная работа (всего)	70				70
В том числе:					
Реферат (при наличии)					
Контактная работа					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	70				70
Промежуточная аттестация (всего)	36				36
В том числе:					
Контактная работа во время промежуточной аттестации	4				4
Самостоятельная работа	32				32
Форма промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	экзамен				экзамен
Общая трудоемкость	часы	108			108
	зачетные единицы	3			3

4. Содержание дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Механика

Уравнения движения. Обобщенные координаты. Принцип наименьшего действия, функция Лагранжа. Симметрии. Теорема Нетер. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса.

Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение, приведенная масса, движение в центральном поле.

Распад частиц, упругие столкновения. Сечение рассеяния частиц, формула Резерфорда.

Малые колебания. Свободные и вынужденные одномерные колебания, параметрический резонанс. Колебания систем со многими степенями свободы. Нормальные координаты. Колебания при наличии трения.

Движение твердых тел. Угловая скорость, момент инерции и момент количества движения твердых тел. Эйлеровы углы и уравнение Эйлера. Системы со связями. Голономные и неголономные связи.

Канонические уравнения, уравнение Гамильтона, скобки Пуассона, действие как функция координат, теорема Лиувилля, уравнение Гамильтона—Якоби, разделение переменных.

Релятивистская кинематика. Принцип относительности. Скорость распространения взаимодействий. Интервал. Собственное время. Преобразование Лоренца. Преобразование скорости. Четырехмерные векторы. Четырехмерная скорость.

Релятивистская механика. Принцип наименьшего действия. Энергия и импульс. Распад частиц. Упругие столкновения частиц.

Тема 2. Теория поля

Заряд в электромагнитном поле. Четырехмерный потенциал поля. Уравнения движения заряда в поле, калибровочная (градиентная) инвариантность. Тензор электромагнитного поля. Преобразование Лоренца для поля. Инварианты поля.

Действие для электромагнитного поля. Уравнения электромагнитного поля. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности. Плотность и поток энергии. Тензор энергии-импульса. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля.

Постоянное электромагнитное поле. Закон Кулона. Электростатическая энергия зарядов. Дипольный момент. Мультипольные моменты. Система зарядов во внешнем поле. Постоянное магнитное поле. Магнитный момент. Теорема Лармора.

Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Плоские волны. Монохроматическая плоская волна. Спектральное разложение. Поляризационные характеристики излучения. Разложение электростатического поля.

Поле движущихся зарядов. Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара—Вихерта. Излучение электромагнитных волн. Поле системы зарядов на далеких расстояниях. Мультипольное излучение. Излучение быстро движущегося заряда. Рассеяние свободными зарядами.

Движение частицы в гравитационном поле. Метрика. Ковариантное дифференцирование. Символы Кристоффеля. Действие для частицы в гравитационном поле.

Уравнения гравитационного поля. Тензор кривизны. Действие для гравитационного поля. Тензор энергии-импульса. Уравнения Эйнштейна.

Нерелятивистский предел уравнений Эйнштейна. Закон Ньютона. Центально-симметричное гравитационное поле. Метрика Шварцшильда. Гравитационный коллапс.

Наблюдаемые эффекты ОТО в ньютоновом и постньютоновом приближении (гравитационное красное смещение, отклонение луча света, задержка сигнала, прецессия гироскопа, прецессия орбит планет). Гравитационные линзы.

Релятивистская космология. Открытая, закрытая и плоская модели. Закон Хаббла. Расширение Вселенной на радиационно-доминированной, пылевидной и вакуум-доминированной стадиях.

Физические процессы в ранней Вселенной. Закалка нейтрино. Первичный нуклеосинтез.

Рекомбинация, реликтовые фотоны.

Тема 3. Квантовая механика

Основные положения квантовой механики. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Операторы. Дискретный и непрерывный спектры. Гамильтониан. Стационарные состояния. Гейзенберговское представление. Соотношения неопределенности.

Уравнение Шредингера. Основные свойства уравнения Шредингера. Одномерное движение. Одномерный осциллятор. Плотность потока. Квазиклассическая волновая функция. Прохождение через барьер.

Момент количества движения. Собственные функции и собственные значения момента количества движения. Четность. Сложение моментов. Разложение Клебша—Гордана.

Движение в центральном поле. Сферические волны. Разложение плоской волны.

Радиальное уравнение Шредингера. Атом водорода.
Теория возмущений. Возмущения, не зависящие от времени. Периодические возмущения.
Квазиклассическая теория возмущений.
Спин, Оператор спина. Тонкая структура атомных уровней.
Тождественность частиц. Симметрия при перестановке частиц. Вторичное квантование для бозонов и фермионов. Обменное взаимодействие.
Атом. Состояние электронов атома. Уровни энергии. Самосогласованное поле. Уравнение Томаса—Ферми. Тонкая структура атомных уровней. Периодическая система Менделеева.
Движение в магнитном поле. Уравнение Шредингера для движения в магнитном поле.
Плотность потока в магнитном поле.
Столкновения частиц. Общая теория рассеяния. Формула Бора. Резонансное рассеяние.
Столкновение тождественных частиц. Упругое рассеяние при наличии неупругих процессов. Матрица рассеяния. Формула Брейта—Вигнера.

Тема 4. Термодинамика и Статистическая физика

Основные принципы статистики. Функция распределения и матрица плотности.
Статистическая независимость. Теорема Лиувилля. Роль энергии. Закон возрастания энтропии. Микроканоническое распределение. Распределение Гиббса. Распределение Гиббса с переменным числом частиц.
Термодинамические величины. Температура. Работа и количество тепла.
Термодинамические потенциалы. Термодинамические неравенства. Принцип Ле-Шателье. Теорема Нернста. Системы с переменным числом частиц. Свободная энергия в распределении Гиббса. Вывод термодинамических соотношений.
Распределение Больцмана. Столкновение молекул. Неравновесный идеальный газ. Закон равнораспределения. Одноатомный идеальный газ.
Распределение Ферми и Бозе. Вырожденный идеальный ферми-газ. Свойства вещества при больших плотностях. Вырожденный бозе-газ. Конденсация Бозе—Эйнштейна.
Равновесное тепловое излучение. Формула Планка. Излучение абсолютно черного тела.
Неидеальные газы. Термодинамические свойства неидеального классического газа.
Равновесие фаз. Формула Клапейрона—Клаузиуса. Критическая точка.
Системы с различными частицами. Правило фаз. Слабые растворы. Смесь идеальных газов. Смесь изотопов. Химические реакции. Условие химического равновесия. Закон действующих масс. Теплота реакции. Ионизационное равновесие.
Твердые тела. Кристаллические структуры. Поверхность Ферми. Зонная структура. Квазичастицы. Колебания решетки. Теплопроводность.
Флуктуации. Распределение Гиббса. Флуктуации основных термодинамических величин. Формула Пуассона. Временные флуктуации. Симметрии кинетических коэффициентов. Флуктационно-диссипативная теорема.

Тема 5. Квантовая теория полей

Квантование свободных полей. Симметрии лагранжиана и теорема Нетер. Алгебра токов.
Дискретные симметрии. СРТ теорема и связь спина со статистикой. Квантовая электродинамика. Правила Фейнмана. Перенормировки. Тождества Уорда—Такахаши.
Квантово-электродинамические расчеты: комптон-эффект, e^+ , e^- -аннигиляция, рождение пар. Тормозное излучение и инфракрасная катастрофа. Аномальный магнитный момент электрона. Лэмбовский сдвиг.
Представление Челлена—Лемана. Формула Лемана—Симанчика—Циммермана.
Аналитические свойства амплитуд рассеяния. Правила Кутковского. Правила Ландау для особенностей фейнмановских диаграмм.
Калибровочные теории поля. Квантование по Фаддееву—Попову. Представление функционального определителя оператора Фаддеева-Попова в виде функционального интеграла по скалярным антикоммутирующим полям. Духи Фаддеева-Попова.
Производящий функционал для функций Грина полей Янга-Миллса.
Тождества Славнова—Тейлора. Квантовая хромодинамика и асимптотическая свобода.

Ренормгруппа, ветта-функция и аномальные размерности. Операторное разложение. Аномальные размерности составных операторов.

Спонтанное нарушение симметрии, теорема Голдстоуна, явление Хиггса.

Кварковая модель. Спектроскопия адронов и составляющие кварки. Чармоний, боттомоний. КХД и киральная симметрия сильных взаимодействий. Частичное сохранение аксиального тока. Пионы как голдстоуновские частицы. Киральная аномалия Адлера—Белла—Джакива.

Стандартная модель. W- и Z-бозоны, их распады. Хиггсовский бозон. Поколения лептонов и кварков. Матрица Кабиббо—Кобаяши—Маскава.

P-распад нейтрона, распад мюона, распады тяжелых кварков. Нелептонные слабые распады. Нарушение CP-инвариантности. Осцилляции нейтральных каонов и тяжелых мезонов.

Глубоконеупругое рассеяние лептонов на адронах в партонной модели. Нарушение скейлинга и уравнения эволюции Грибова—Липатова—Докшицера—Алтарелли—Паризи. e^+ , e^- --аннигиляция в адроны. Рождение адронных струй и существование глюонов.

Топологические свойства теории поля. Инстантоны. Монополи Хоофта—Полякова. Действие Новикова—Веса—Зумино—Виттена.

Обобщения стандартной модели: Великое объединение, распад протона, осцилляции нейтрино. Суперсимметрия. Суперполя. Суперсимметричные лагранжианы.

Формализм Беки—Руэ—Стора—Тютин. Теоремы об отсутствии перенормировок.

Физика частиц и ранняя Вселенная. Космологические фазовые переходы. Темная материя, ограничения на свойства массивных нейтрино.

Фазовые переходы в КХД. Кварк-глюонная плазма.

Тема 6. Теория конденсированного состояния

Неидеальный бозе-газ. Симметрия волновой функции системы бозонов, бозе-конденсат.

Слабонеидеальный бозе-газ. Модель Боголюбова. Спектр возбуждений. Сверхтекучесть.

Квантовые вихри. Двухжидкостное описание. Критерий Ландау. Теория Фейнмана.

Квантовые вихри. Корреляции в положении частиц бозе-газа.

Типы и симметрия твердых тел. Кристаллические структуры. Симметрия кристаллов.

Свойства обратной решетки. Зона Бриллюэна. Теорема Блоха. Зонная структура и типы связи. Квазичастицы. Электронная теплоемкость.

Поверхность Ферми. Диамагнитный и циклотронный резонанс. Открытые орбиты. Квантование орбит. Эффект де Гааза-ван Альфвена.

Колебания решетки. Теория упругости. Звук в твердых телах. Акустические и оптические ветви. Модель Дебая. Удельная теплоемкость решетки. Квантование фононов.

Ангармонизм и тепловое расширение. Фактор Дебая—Уоллера. Процессы распада и слияния фононов. Рассеяние фононов на примесях. Кинетическое уравнение для фононов в диэлектрике. Теплопроводность. Электрон-фононное взаимодействие и проблема полярона. Кинетическое уравнение для фононов

Магнетизм. Обменное взаимодействие. Магнитные свойства изолированного атома.

П

размеров.

Теория сверхпроводимости Гинзбурга—Ландау. Ток, калибровочная инвариантность, квантование потока. Сверхпроводники первого и второго рода. Верхнее и нижнее критические поля. Вихревая решетка. Эффект Джозефсона. Эффект близости. Флуктуационные эффекты вблизи сверхпроводящего перехода. Туннельные эффекты в сверхпроводниках.

Функции Грина. Корреляционные функции. Термодинамический предел и квазисредние. Основные принципы диаграммной техники. Уравнение Дайсона. Вершинная функция. Многочастичные функции Грина. Диаграммная техника при конечных температурах. Кинетические уравнения.

Фазовые переходы второго рода. Теория Ландау. Критические индексы. Масштабная инвариантность. Флуктуации в окрестности критической точки. Динамика критических явлений. Уравнения ренормгруппы.

Особенности электронных свойств систем пониженной размерности. Энергетические спектры и плотность квантовых состояний. Квантовый эффект Холла в двумерном электронном газе. Эффекты локализации электронов в одно- и двумерных системах, перколяционные явления.

4.2. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела Наименование темы	Виды занятий в часах					
		Лекц.	Практ. зан.	Семин	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	Механика	0,4				10	10,4
2.	Теория поля	0,3				10	10,3
3.	Квантовая механика	0,3				10	10,3
4.	Статистическая физика	0,4				10	10,4
5	Квантовая теория полей	0,4				10	10,4
6	Теория конденсированного состояния	0,2				20	20,2
ВСЕГО (часы)		2				70	72

5. Примерная тематика курсовых рабо (проектов) (при наличии)

Рефераты не предусмотрены.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература

1. [Петрина, Д. Я.](#) Квантовая теория поля / Д. Я. Петрина. - 2-е изд. - М. : Либроком, 2015. - 247 с. - ISBN 978-5-397-04311-3 (3)
2. [Давыдов, Александр Сергеевич](#) Квантовая механика [Текст] : учеб. пособие для студ. ун-тов и тех. вузов / А. С. Давыдов. - 3-е изд., стер. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 703 с. - ISBN 978-5-9775-0548-2 (1)
3. Высоцкий, М.И. Лекции по теории электрослабых взаимодействий. [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — М.: Физматлит, 2011. — 151 с. — Режим доступа: ЭБС «Лань». ISBN: 978-5-9221-1263-5
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: в 10 т. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - 8-е изд., стер. - М.: Физматлит. Т. 2: Теория поля / ред. Л. П.

Питаевский. - 2012. - 533 с. - ISBN 978-5-9221-0056-4 (1)

5. Гинзбург, И. Ф. Основы квантовой механики / И. Ф. Гинзбург; Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. теор. физики. - Новосибирск: Изд-во НГУ, 2012. - 318 с. - ISBN 978-5-4437-00068-7 (1)

б) Дополнительная литература

1. Ландау, Лев Давидович Теоретическая физика [Текст]: Т.1: Механика. - 5-е изд., стер. - 2001. - 224 с. - ISBN 5922100556 (1)

2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика [Электронный ресурс] / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - Электрон. дан. - Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2001. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. - (Электронная библиотека студента). - Систем. требования: IBM PC с процессором 486 ; ОЗУ 8 Мб ; операц. система Windows 95 и выше ; CD-ROM дисковод ; мышь. - Загл. с этикетки диска. - (в кор.) : 202.00

р. Теоретическая физика, т.1, Механика/ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; Теоретическая физика, т.2, Теория поля/ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; Теоретическая физика, т.3, Квантовая механика/ Л.Д. Ландау, Е. М. Лифшиц; Теоретическая физика, т.4, Квантовая электродинамика/ В. Б. Берестецкий, Е.М.Лифшиц, Л.П. Питаевский; Теоретическая физика, т. 5, Статистическая физика, ч.1/ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; Теоретическая физика, т.6, Гидродинамика/ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; Теоретическая физика, т.7, Теория упругости; Теоретическая физика, т. *, Электродинамика сплошных сред; Теоретическая физика, т.9, Статистическая физика, ч.2/Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский; Теоретическая физика, т.10, Физическая кинетика/ Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский; Краткий курс теоретической физики, Т.1, Механика. Электродинамика/Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; Краткий курс теоретической физики, т.2, Квантовая механика.

3. Ицксон, Клод Квантовая теория поля [Текст]: в 2 т. : пер. с англ. / К. Ицксон, Ж. -Б. Зюбер. - М. : Мир, 1984. Т. 1. - 1984. - 448 с. Т. 2. - 1984.- 400 с. (4)

4. Ландау, Лев Давидович Теоретическая физика [Текст]: Т.5: Статистическая физика. Ч.1. - 5-е изд., стер. - 2001. - 616 с. - ISBN 5922100548 (11).

5. Румер, Юрий Борисович. Термодинамика, статистическая физика и кинетика [Текст] : учеб. пособие для физ. спец. вузов / Ю. Б. Румер, М. Ш. Рывкин. - 2-е изд., испр. и доп. - Новосибирск : Изд-во НГУ, 2000. - 608 с. - ISBN 5761503832 (50).

6. Квасников, Иридий Александрович. Термодинамика и статистическая физика [Текст] : теория равновес. систем: Учеб. пособие / И. А. Квасников. - М. : Изд-во МГУ, 1991. - 793 с. - ISBN 5211009673 (2).

7. Квасников, Иридий Александрович Термодинамика и статистическая физика [Текст] : Т.3 : Теория неравновесных систем. - 2003. - 448 с. - ISBN 5-354-00079-3 (14).

8. Кубо, Риого. Статистическая механика [Текст] / Р. Кубо. - 2-е изд., стер. - М. : КомКнига, 2006. - 452 с. - ISBN 978-5-484-00566-6 (1).

9. Ландау, Лев Давидович Теоретическая физика [Текст]: Т. 10: Физическая кинетика. - 1979. - 527 с. - ISBN 5-922-10125-0 (2).

- научное издание / Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков. - М. : Наука, 1975. - 735 с. (3)
14. **Абрикосов, Алексей Алексеевич. Основы теории металлов** / А. А. Абрикосов ; ред. Л. А. Фальковский. - 2-е изд., доп. и испр. - М. : Физматлит, 2009. - 598 с. - ISBN 978-5-9221-1097-6 (2)
15. **Пескин, М. Е. Введение в квантовую теорию поля** [Текст] / М.Е. Пескин, Д.В. Шредер. - Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2001. - 783 с. - ISBN 5-93972-083-8 (1)
16. **Киттель, Чарльз. Введение в физику твердого тела** [Текст] : учебное пособие / Ч. Киттель. - 2-е изд., стер., Перепечатка с изд. 1978 г. - М. : МедиаСтар, 2006. - 791 с. (5)
17. **Абрикосов, Алексей Алексеевич. Методы квантовой теории поля в статистической физике** [Текст] / А.А. Абрикосов, Л.П. Горьков, И.Е. Дзялошинский ; Ин-т Теорет.физики им.Л.Д.Ландау. - 2-е изд.,испр.и доп. - М. : Добросвет, 1998. - 514 с. - ISBN 5791300204 (1)
18. **Окунь, Лев Борисович. Лептоны и кварки** [Текст] / Л.Б. Окунь. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1990. - 345 с. - ISBN 5-02-014027-9 (1)

в) программное обеспечение: стандартные сервисы глобальной сети Интернет.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, более 10 полнотекстовых версий научных журналов по тематике курса
- Информационная система доступа к российским физическим журналам и обзорам ВИНТИ (<http://www.viniti.ru>)
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>.)
- E-print архивы: arxiv.org и [ru/arxiv.org](http://ru.arxiv.org)

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория с доской и мелом. Доступ к ресурсам ИГУ из сети Интернет.

Методическим оформлением курса является использование современных образовательных технологий: информационных (лекции и презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео, документальные фильмы). Внедрение глобальной компьютерной сети в образовательный процесс позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов.

Материалы: научные статьи и монографии из рецензируемых журналов, рассматривающие современные подходы и исследования в теоретической физике.

8. Образовательные технологии

Задачи изложения и изучения дисциплины реализуются в следующих формах деятельности:

- **лекции**, нацеленные на получение необходимой информации, и ее использование при решении практических задач;
- **практические занятия**, направленные на активизацию познавательной деятельности аспирантов и приобретения ими навыков решения практических и проблемных задач;
- **консультации** – еженедельно для всех желающих аспирантов;
- **самостоятельная внеаудиторная работа** направлена на приобретение навыков самостоятельного решения задач по дисциплине;

9. Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для входного контроля

Для изучения данного курса аспирант должен знать основы теоретической и математической физики, квантовой механики и квантовой теории поля, уметь пользоваться стандартными поисковыми сервисами сети Интернет.

(Входной контроль знаний не проводится.)

9.2. Оценочные средства текущего контроля

(текущий контроль не планируется)

9.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Экзаменационный билет экзамена по специальности «Теоретическая физика» состоит из трех теоретических вопросов. Тематика первых двух вопросов представлена в пункте 4.1 данной программы. Примерный список вопросов к экзамену по специальности «Теоретическая физика» повторяет пункт 4.1.

Третий вопрос экзаменационного билета формируется научным руководителем аспиранта в зависимости от выбранного направления научных исследований.

**Образец билета для сдачи экзамена
МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВПО «ИГУ»)

Специальность 01.04.02 Теоретическая физика

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
ФГБОУ ВО ИГУ

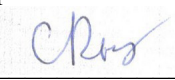
_____ А.И. Вокин

1. Вырожденный идеальный бозе-газ. Конденсация Бозе— Эйнштейна.
2. Духи Фадеева-Попова. Производящий функционал для функций Грина полей Янга-Миллса.
3. Глубоконеупругое рассеяние лептонов на адронах в партонной модели.

Билет составил

профессор, д.ф.-м.н. С.Э. Коренблит .

Разработчики:



(подпись)

профессор

С.Э. Коренблит

Программа рассмотрена на заседании кафедры теоретической физики ИГУ
«15» марта 2024 г. протокол №7

И.о. зав. кафедрой _____



С.В. Ловцов

**Лист согласования, дополнений и изменений
на 2025/2026 учебный год**

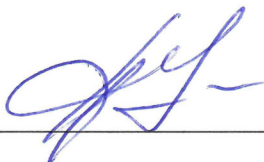
К рабочей программе дисциплины «Теоретическая физика» по научной специальности 1.3.3 «Теоретическая физика»

1. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:
Нет дополнений

2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:
Нет изменений

Изменения одобрены УМК факультета/института, протокол № 50 от 22 апреля 2025 г.

Зав. кафедрой _____



С.В. Ловцов