

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Томский государственный педагогический университет»
(ТГПУ)**

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана ФМФ

Ю.К. Пенская

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Практикум по теоретической физике

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Теоретическая физика

Форма обучения: очная

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) утверждена на заседании научно-образовательного центра теоретической физики «01» сентября 2025 г.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена учебно-методической комиссией факультета «01» сентября 2025 г.

1. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (ОП)

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О.01
1.1	Дисциплины (модули) и практики, содержательно связанные с данной дисциплиной (модулем):
1.1.1	Квантовая механика
1.1.2	Квантовая теория поля
1.1.3	Научно-исследовательская работа (производственная практика)

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	ИОПК-1.1 Демонстрирует фундаментальные знания в области теоретической физики ИОПК-1.2 Владеет навыками решения научно-исследовательских задач в области теоретической физики ИОПК-1.3 Владеет основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности в области теоретической физики	Знать: фундаментальные принципы, основные модели, основные законы, применяемые в данной дисциплине; Уметь: применять теоретический материал к решению задач; Владеть: общими и специальными навыками решения задач;
ПК-1 Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области теоретической физики и решать их с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	ИПК-1.1 Самостоятельно ставит конкретные задачи научных исследований в области теоретической физики ИПК-1.2 Владеет навыками решения исследовательских задач в области теоретической физики с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	Знать: современные проблемы и новейшие достижения в области теоретической физики. Уметь: проводить самостоятельные научные исследования; Владеть: способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ)

№ п/п	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Всего часов	ПП
Раздел 1. Формализм Лагранжа и Гамильтона в классической механике. Движение частицы в центральном поле.				
1.1	Функция Лагранжа. Принцип Гамильтона. Уравнения Эйлера-Лагранжа. Обобщённые координаты и импульсы. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Момент импульса. Сферические координаты. Квадрат углового момента в сферических координатах. Сохранение момента импульса в центральном поле. Классическая задача Кеплера. Интегралы движения. /Пр/	1	8	—
1.2	Формализм Лагранжа и Гамильтона в классической механике. Движение частицы в центральном поле. /Ср/	1	12	—
Раздел 2. Пространственно-временные симметрии в классической физике.				
2.1	Классические преобразования пространства и времени. Преобразования координат и импульсов при пространственных и временных трансляциях, вращениях, галилеевских сдвигах, отражениях и временной инверсии. Бесконечно малые преобразования координат и импульсов при трансляциях, вращениях. Структура матриц вращения. Понятие о генераторах вращения вокруг данной оси. Генераторы вращений вокруг координатных осей и их коммутаторы. /Пр/	1	6	—
2.2	Пространственно-временные симметрии в классической физике. /Ср/	1	12	—
Раздел 3. Уравнения Максвелла. Тензор электромагнитного поля.				
3.1	Потенциалы электромагнитного поля. Уравнения электродинамики в четырехмерной форме. Тензор электромагнитного поля. Инварианты поля Вывод уравнений Максвелла из принципа наименьшего действия. /Пр/	1	6	—

3.2	Уравнения Максвелла. Тензор электромагнитного поля. /Ср/	1	10	–
Раздел 4. Движение заряда в электромагнитном поле.				
4.1	Действие для заряженной частицы в электромагнитном поле. Уравнение движения. Энергия и импульс частицы. Уравнение Гамильтона-Якоби для частицы в электромагнитном поле. /Пр/	1	6	–
4.2	Уравнение Гамильтона-Якоби для частицы в электромагнитном поле. /Ср/	1	12	–
Раздел 5. Задачи на математический аппарат квантовой механики.				
5.1	Векторное пространство. Линейные операторы. Классы операторов. Самосопряженные, унитарные, проекционные операторы. Матричная форма представления линейных операторов. Коммутаторы. Собственные векторы и собственные значения операторов. Дискретные и непрерывные наблюдаемые. Свойства и представления дельта-функции Дирака. /Пр/	2	4	–
5.2	Задачи на математический аппарат квантовой механики. /Ср/	2	4	–
Раздел 6. Уравнение Шредингера.				
6.1	Одномерная свободная частица. Одномерный потенциальный ящик, потенциальный барьер. Квантовый линейный гармонический осциллятор. Волновые функции одномерного гармонического осциллятора. /Пр/	2	2	–
6.2	Уравнение Шредингера. /Ср/	2	6	–
Раздел 7. Оператор углового момента.				
7.1	Оператор орбитального углового момента. Алгебра коммутаторов углового момента. Собственные состояния операторов J^2 и J_z . Операторы J_+ и J_- и их матричные элементы. Алгебра операторов J_+ и J_- . Сферические координаты и сферические гармоники. /Пр/	2	4	–
7.2	Оператор углового момента. /Ср/	2	2	–
Раздел 8. Атомные и молекулярные системы.				
8.1	Атом водорода и водородоподобные ионы. Энергетический спектр. Радиальные волновые функции. Расчёт первых радиальных волновых функции атома водорода. Вариационный метод Ритца. Метод самосогласованного поля Хартри-Фока. Метод Томаса-Ферми. Теория молекул в адиабатическом приближении. /Пр/	2	4	–
8.2	Атомные и молекулярные системы. /Ср/	2	2	–
Раздел 9. Динамические основы статистической физики.				
9.1	Статистический ансамбль. Эволюция физических величин. Механические интегралы движения. Тензор напряжений. Энтропия. Квазиравновесное состояние. /Пр/	2	4	–
9.2	Динамические основы статистической физики. /Ср/	2	2	–
Раздел 10. Статистическая теория газов.				
10.1	Одноатомный и двухатомный идеальные газы. Ферми- и бозе-газы элементарных частиц. Низкие температуры. Равновесное излучение. /Пр/	2	4	–
10.2	Статистическая теория газов. /Ср/	2	4	–
Раздел 11. Квантовые функции распределения.				
11.1	Распределение Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Функция распределения Бозе-Эйнштейна. Бозе-конденсация. /Пр/	2	6	–
11.2	Квантовые функции распределения. /Ср/	2	6	–
Раздел 12. Начала термодинамики. Термодинамические потенциалы.				
12.1	Первое, второе, третье начала термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энергия Гельмгольца. Энергия Гиббса. Термодинамическая устойчивость. /Пр/	2	4	–
12.2	Начала термодинамики. Термодинамические потенциалы. /Ср/	2	4	–
Раздел 13. Термодинамика неравновесных процессов.				
13.1	Закон сохранения массы, импульса, энергии. Уравнение баланса энтропии. /Пр/	2	6	–
13.2	Термодинамика неравновесных процессов. /Ср/	2	4	–

Примечание: ПП – практическая подготовка.

4. ТРУДОЁМКОСТЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ И ФОРМАМ КОНТРОЛЯ

Объем в зачетных единицах: 4 з.е., в академических часах: 144 акад. час.

Формы контроля в семестрах:

зачеты 1, 2

Вид занятий	Распределение по семестрам (в академических часах)											
	Итого				1				2			
	РУП		РПД		РУП		РПД		РУП		РПД	
	Всего	ПП	Всего	ПП	Всего	ПП	Всего	ПП	Всего	ПП	Всего	ПП
Практические занятия	64	–	64	–	26	–	26	–	38	–	38	–
Самостоятельная работа	80	–	80	–	46	–	46	–	34	–	34	–
Итого часов	144	–	144	–	72	–	72	–	72	–	72	–

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

5.1. Учебная литература *

№ п/п	Автор(ы), составитель(и)	Заглавие	Издательство, год, количество страниц
1	Бредов М. М., Румянцев В. В., Топтыгин И. Н., ред. Топтыгин И. Н.	Классическая электродинамика: учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2003. – 398, [1] с.
2	Ермаков А. И.	Квантовая механика и квантовая химия: учебное пособие для вузов	Москва: Юрайт, 2010. – 555 с.
3	Павленко Ю. Г.	Лекции по теоретической механике: учебник для вузов	Москва: Изд-во МГУ, 1991. – 336 с.
4	Азоркина О. Д.	Теоретическая физика. Модуль : квантовая механика: учебное пособие для вузов : для бакалавров : электронный ресурс (http://fulltext.tspu.ru/LA/m2014-18.pdf)	Томск: Изд-во ТГПУ, 2014. – 79 с.
5	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П.	Теоретическая физика : в 10 т. : Т. 1 : Механика: учебное пособие для вузов	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 222 с.
6	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., ред. Питаевский Л. П.	Теоретическая физика : в 10 т. : Т. 2 : Теория поля: учебное пособие для вузов	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 533 с.
7	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П.	Теоретическая физика : в 10 т. : Т. 3 : Квантовая механика: учебное пособие для вузов	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 803 с.
8	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П.	Теоретическая физика : в 10 т. : Т. 5. : Ч. 1 : Статистическая физика: учебное пособие для вузов	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 613, [3] с.
9	Азоркина О. Д.	Квантовая физика: сборник задач : электронный ресурс (http://fulltext.tspu.ru/LA/m2013-20.pdf)	Томск: Изд-во ТГПУ, 2013. – 44 с.
10	Азоркина О. Д., Эпп В. Я.	Электродинамика: пособие по решению задач : методическое пособие для вузов : электронный ресурс (http://fulltext.tspu.ru/LA/m2010-36.pdf)	Томск: Изд-во ТГПУ, 2010. – 48 с.

5.2. Перечень электронных образовательных ресурсов, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения учебной дисциплины (модуля) *

1	сайт «Элементы большой науки» (http://www.elementy.ru/)
2	общероссийский математический сайт (http://www.math-net.ru/)
3	архив электронных препринтов по физике, математике и компьютерным наукам. (http://arxiv.org/)

5.3. Перечень программного обеспечения (лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в т.ч. отечественного производства), используемого при осуществлении образовательного процесса по учебной дисциплине (модулю)

1	Стандартный офисный пакет Свободно распространяемое и/или проприетарное (коммерческое) программное обеспечение, включающее текстовый процессор, табличный процессор, программу подготовки презентаций.
2	Пакет компьютерной математики Пакет прикладных математических компьютерных программ, включающий программное обеспечение для школьников, для инженерных (технических) и научных расчётов. В него входит также набор средств для проведения аналитических вычислений, численных вычислений и построения графиков.

* Примечание к разделу.

Дата обращения к электронным учебным изданиям (включая электронные издания из электронных библиотечных систем), электронным образовательным ресурсам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам совпадает с датой утверждения рабочей программы учебной дисциплины (модуля).

**6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)****6.1. Учебная аудитория для проведения:**

- занятий семинарского (практического) типа,
- групповых и индивидуальных консультаций,
- текущего контроля и промежуточной аттестации.

ОСНАЩЕНИЕ:

Учебная аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории, для проведения занятий лекционного типа, практических занятий (семинарского типа), курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Для проведения занятий лекционного типа обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации.

6.2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.**ОСНАЩЕНИЕ:**

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные учебной мебелью. Рабочие места обучающихся оборудованы компьютерной техникой и подключены в локальную вычислительную сеть, в т.ч. с использованием беспроводного Wi-Fi подключения, с возможностью выхода в глобальную сеть Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Комплект свободно распространяемого программного обеспечения или проприетарного (коммерческого) программного обеспечения, включая

- браузер,
- просмотрщики pdf- и djvu-файлов,
- офисный пакет (в т.ч. текстовый процессор, табличный процессор, программа подготовки презентаций).

6.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.**7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)****7.1. Методические рекомендации для обучающихся по освоению учебной дисциплины (модуля)**

Для более прочного усвоения учебного материала, изложенного на практических занятиях, обучающимся рекомендуется использовать учебную литературу, а найденные самостоятельно Интернет-ресурсы. При изучении теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, следует приступать к работе сразу же после получения задания.

От обучающегося требуется умение проводить расчёты по изучаемому материалу, он должен решать предлагаемые задачи в аудитории и обязательно выполнять однотипные задачи, предложенные для внеаудиторной работы. Задания, полученные на практических занятиях, подобные уже разобранным задачам, являются обязательными и должны выполняться по ходу курса для закрепления пройденного. Невыполнение заданий учитывается при сдаче обучающимся зачета или экзамена: он получает дополнительные задачи того же типа, что были вынесены на самостоятельную работу.

Для усвоения обучающимися материала преподаватель проводит опросы, результаты которых учитываются на промежуточной аттестации. Готовясь к ним, обучающиеся должны регулярно изучать материал по теме.

**8. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Представлены в Приложении.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика

Разработчик(и) рабочей программы учебной дисциплины (модуля):

Кириллова Е.Н., к.ф.-м.н., доцент

**ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Практикум по теоретической физике

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Теоретическая физика

Форма обучения: очная