

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ТГПУ)



«Утверждаю»
декан физико-математического факультета

Е.Г. Пьяных

« 16 » _____ 2015г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.2 «СПЕЦИАЛЬНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ»

ТРУДОЕМКОСТЬ (В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ) 6

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки: Теоретическая физика

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

1. Цели изучения учебной дисциплины.

Курс «Специальный физический практикум» является важной частью цикла курсов теоретической физики магистерской программы подготовки и представляет собой существенный элемент профессионального физического образования.

Целью курса «Специальный физический практикум» является:

- дополнение и углубление уже имеющихся у обучающихся знаний об отдельных разделах классической и квантовой механики, электродинамики, термодинамики и статистической физики, полученных в ходе предшествующего обучения в ВУЗе;
- выяснение физического смысла законов и понятий, дальнейшее развитие у обучающихся навыков физического мышления, умения решать конкретные задачи, используя имеющиеся теоретические знания;
- расширение фундаментальной базы физических знаний, дающей основу для дальнейшего более глубокого и детализированного изучения всех разделов теоретической физики;
- формирование теоретической и практической профессиональной подготовки к преподаванию физики в общеобразовательных учреждениях, средних специальных и высших учебных заведениях;
- вооружение магистранта конкретными знаниями, дополняющими уже полученную в курсах магистерской программы информацию и позволяющими впоследствии использовать их для дальнейшей специализации.

2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.

Курс «Специальный физический практикум» входит в Блок-1 ---дисциплины, относящиеся к обязательной, базовой части программы магистратуры. Преподается предмет три семестра. Программа подготовлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Областью профессиональной деятельности магистров, на которую ориентирует дисциплина «Специальный физический практикум», является образование и научная деятельность.

Дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной деятельности в педагогической и научной деятельности магистров:

- обучение школьников или студентов с использованием конкретных знаний из области общей и теоретической физики;
- привитие им навыков физического мышления;
- тренировка умения школьников или студентов ставить и решать конкретные задачи;
- участие в формировании научного мировоззрения учащихся;
- использование полученных в «Специальном физическом практикуме» навыков и умений в научной деятельности.

Для освоения дисциплины «Специальный физический практикум» обучающиеся используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения курсов цикла Теоретической физики в процессе предшествующего обучения в ВУЗе.

Различные разделы курса, изучаемые в течение трех семестров, служат основой или дополнением для последующих (либо читаемых параллельно) курсов магистерской программы:

- Классическая механика,
- Классическая электродинамика,
- Квантовая механика/ Методы квантовой механики,
- Методы математической физики,
- Космология/Астрофизика

и других дисциплин.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП.

Процесс изучения дисциплины «Специальный физический практикум» направлен на формирование у магистрантов следующих компетенций:

Общекультурными (ОК): ОК-1, ОК-2, ОК-3.

Обще-профессиональными (ОПК): ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6.

Профессиональными (ПК): ПК-1, ПК-6.

В результате освоения материала курса обучающийся должен:

- знать фундаментальные принципы и основные модели изучаемых в курсе дисциплин, физическое содержание основных законов, иметь представление о частных методах, применяемых в данных дисциплинах;
- уметь применять теоретический материал к решению задач, используя формализм классической и квантовой механики, электродинамики и статистической физики;
- владеть общими и специальными навыками решения задач, основанных на практическом применении изучаемого материала, владеть общетеоретической культурой, необходимой современному преподавателю и научному работнику.

4. Общая трудоемкость дисциплины 6 зачетных единиц и виды учебной работы.

Объем дисциплины и виды учебной работы:

Таблица 1

Вид учебной работы	Трудоемкость	Распределение по семестрам		
	Всего 216	1 семестр	2 семестр	3 семестр
Аудиторные занятия	50	16	10	24
Лекции (Л)				
Практические занятия (ПЗ)	50	16	10	24
Семинары (С)				
Лабораторные работы (ЛР)				
Другие виды аудиторных работ	16	5	3	8
Другие виды работ				
Самостоятельная работа (СР)	139	56	26	57
Курсовой проект (работа)				
Реферат				
Расчетно-графические работы				
Формы текущего контроля		Выполнение учебных заданий в ходе практических занятий. Домашние задания. Устный опрос. Контрольная работа (см. раздел 8.6 Программы)		
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом	27	зачет	зачет	экзамен

5. Содержание программы учебной дисциплины.

5.1. Содержание учебной дисциплины.

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Аудиторные часы				Сам. работа (час)
		Всего	лекция	практические	интеракт. формы обучения	
1 семестр						
1	Формализм Лагранжа и Гамильтона в классической механике. Движение частицы в центральном поле	4		4	1	14
2	Пространственно-временные симметрии в классической физике	4		4	2	14
3	Уравнения Максвелла. Тензор электромагнитного поля	4		4	1	14

4	Движение заряда в электромагнитном поле	4		4	1	14
2 семестр						
5	Задачи на математический аппарат квантовой механики	2		2	1	7
6	Уравнение Шредингера	4		4	1	7
7	Оператор углового момента	4		4	1	6
8	Атомные и молекулярные системы	2		2	0	6
3 семестр						
9	Динамические основы статистической физики	4		4	1	11
10	Статистическая теория газов	6		6	1	11
11	Квантовые функции распределения	4		4	3	12
12	Начала термодинамики. Термодинамические потенциалы	6		6	1	12
13	Термодинамика неравновесных процессов	4		4	2	11
	Итого	50 час./1.4 зачет.ед.		50 час.	16 час.	139 час.

5.2. Содержание разделов дисциплины

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)
1	Формализм Лагранжа и Гамильтона в классической механике. Движение частицы в центральном поле	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.
2	Пространственно-временные симметрии в классической физике	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.
3	Уравнения Максвелла. Тензор электромагнитного поля	Потенциалы электромагнитного поля. Уравнения электродинамики в четырехмерной форме. Тензор электромагнитного поля. Инварианты поля. Вывод уравнений Максвелла из принципа наименьшего действия
4	Движение заряда в электромагнитном поле	Действие для заряженной частицы в электромагнитном поле. Уравнение движения. Энергия и импульс частицы. Уравнение Гамильтона-Якоби для частицы в электромагнитном поле
5	Задачи на математический аппарат квантовой механики	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
6	Уравнение Шредингера	Одномерная свободная частица. Одномерный потенциальный ящик, потенциальный барьер. Квантовый линейный гармонический осциллятор. Волновые функции одномерного гармонического осциллятора
7	Оператор углового момента	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.
8	Атомные и молекулярные системы	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
9	Динамические основы статистической физики	Статистический ансамбль. Эволюция физических величин. Механические интегралы движения. Тензор напряжений. Энтропия. Квазиравновесное состояние
10	Статистическая теория газов	Одноатомный и двухатомный идеальные газы. Ферми- и бозе-газы элементарных частиц. Низкие температуры. Равновесное излучение
11	Квантовые функции распределения	Распределение Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Функция распределения Бозе-Эйнштейна. Бозе-конденсация
12	Начала термодинамики. Термодинамические потенциалы	Первое, второе, третье начала термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энергия Гельмгольца. Энергия Гиббса. Термодинамическая устойчивость
13	Термодинамика неравновесных процессов	Закон сохранения массы, импульса, энергии. Уравнение баланса энтропии

5.3. Лабораторный практикум

не предусмотрен учебным планом.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине.

6.1. Основная литература по дисциплине:

1. Павленко, Ю.Г. Лекции по теоретической механике /Ю.Г. Павленко.– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. –392 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Давыдов, А.С. Квантовая механика /А.С Давыдов. – Изд. БХВ- Петербург, 2011.– 703 с.
3. Васильев, А.Н. Классическая электродинамика. Краткий курс лекций /А.Н. Васильев.– Изд. БХВ- Петербург, 2010.– 288 с.

6.2. Дополнительная литература:

1. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: в 10 т. Т. 1. Механика /Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.– М.: ФИЗМАТЛИТ. –2007.– 222 с.
2. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: в 10 т. Т. 2: Теория поля /Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.– М.: ФИЗМАТЛИТ.– 2006.– 533 с.
3. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: учебное пособие для вузов. В 10 т. Т. 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория) /Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.– 799 с. (ЭБС «КнигаФонд»)
4. Ландау Л.Д. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов. В 10 т. Т. 5. Статистическая физика. Ч.1 /Л.Д.Ландау, Е.М. Лифшиц.– М.:ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 615 с. (ЭБС «КнигаФонд»)

5. Мултановский, В.В. Курс теоретической физики. Классическая механика: учебное пособие для вузов /В.В. Мултановский.– М.: Дрофа, 2008. –382 с.
6. Бредов, М.М. Классическая электродинамика /М.М. Бредов, В.В. Румянцев, И.Н. Топтыгин.– СПб.: Лань, 2003.– 398 с.
7. Ермаков, А.И. Квантовая механика и квантовая химия /А.И. Ермаков.– М.: Юрайт, 2010.– 555 с.
8. Бороненко, Т.С. Задачи по классической механике/ Т.С. Бороненко, И.Л. Бухбиндер, В.В. Кругликов; МО РФ, ТГПУ.– Томск:Изд-во ТГПУ, 2003.– 150 с.
9. Азоркина, О.Д. Квантовая физика: сборник задач. Учебное пособие для вузов: для бакалавров /О.Д. Азоркина.– Томск: Изд-во ТГПУ, 2013.– 43 с.
10. Полянин, А.Д. Справочник по линейным уравнениям математической физики/ А.Д. Полянин.– М.: ФИЗМАТЛИТ.– 2011.– 429 с. (ЭБС «КнигаФонд»)

6.3. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины.

При изучении дисциплины полезно при необходимости использовать Интернет-ресурсы:

1. <http://libserv.tspu.edu.ru/> – Научная библиотека Томского государственного педагогического университета
2. <http://www.knigafund.ru/> – электронная библиотечная система «КнигаФонд»
3. <http://e.lanbook.com/> – электронная библиотечная система «Лань»
4. <http://arxiv.org/> – open access to e-prints in Physics, Mathematics, Computer Science, Quantitative Biology, Quantitative Finance and Statistics (открытый доступ к препринтам по физике, математике, компьютерным и другим наукам)
5. <http://publish.aps.org/> – Journals of the American Physical Society (APS)
6. <http://inspirehep.net/help/easy-search> – the High Energy Physics information system (информационная система физики высоких энергий)
7. <http://www.elementy.ru/> – сайт «Элементы большой науки»
8. <http://www.dxdy.ru/> – научный форум
9. <http://www.math-net.ru/> – общероссийский математический сайт
10. <http://www.femto.com.ua/index1.html> – энциклопедия физики и техники

6.4. Рекомендации по использованию информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Таблица 4

№ тем	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
1	Формализм Лагранжа и Гамильтона в классической механике. Движение частицы в центральном поле	Знакомство с пакетом прикладных программ Wolfram Mathematica – 8.0, построение графиков на фазовой плоскости (фазовых портретов)	Компьютеры (в количестве пять) к.261 (КТФ), 1 корпус, и МФУ к.261. На компьютерах установлено лицензионное программное обеспечение
5	Задачи на математический аппарат квантовой механики. Работа с электронными библиотечными системами	Интернет-источники № 1-3 п. 6.3 программы: http://libserv.tspu.edu.ru/ , http://www.knigafund.ru/ , http://e.lanbook.com/	Компьютеры к. 261 (КТФ), 1 корпус. На всех компьютерах имеется выход в интернет
9	Работа с поисковыми системами, с архивами препринтов	Интернет-источники № 4-6 п. 6.3 программы: http://arxiv.org/ , http://publish.aps.org/ ,	

		http://inspirehep.net/help/easy-search , программы, обеспечивающие работу LaTeX-2 ϵ	
--	--	---	--

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

7.1. Методические рекомендации для студентов.

Необходимой базой для прочного усвоения материала курса «Специальный физический практикум», длящегося три семестра, является основательное изучение магистрантами предметов цикла Теоретической физики в процессе предшествующего обучения в ВУЗе и читаемых параллельно (или прочитанных ранее) курсов магистерской программы «Классическая механика» (1 семестр), «Методы математической физики» (1,2 семестры), «Классическая электродинамика» (2 семестр), «Методы квантовой механики» (2 семестр) и других дисциплин цикла Теоретической физики.

В данном курсе немалая роль отводится самостоятельной работе – 138 из 216 часов. Поэтому для более прочного усвоения учебного материала, изложенного на лекциях, обучающимся рекомендуется использовать студенческие конспекты лекций по соответствующим предметам цикла Теоретической физики, а также рекомендуемую учебную литературу (раздел 6 данной программы «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»).

Данная литература, как основная, так и дополнительная, имеется в библиотеке ТГПУ в достаточном количестве экземпляров. При изучении отдельных вопросов и подготовке тем, предложенных к самостоятельному изучению, студенты могут использовать также предложенные и найденные самостоятельно Интернет-ресурсы.

При изучении теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, магистранты могут работать совместно, разбив материал на части для индивидуального сбора информации, а затем обмениваясь найденными сведениями. Следует приступать к работе сразу же после получения задания, иначе на неё не остаётся времени в период подготовки к промежуточной аттестации.

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 магистрантом зачета или экзамена: он получает дополнительные задачи того же типа, что были вынесены на самостоятельную работу. Большое количество дополнительных заданий затрудняет сдачу.

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

Кроме того, от учащегося требуется умение проводить расчёты по изучаемому материалу, следовательно, он должен решать в аудитории предлагаемые задачи и обязательно выполнять однотипные задачи, предложенные для внеаудиторной работы.

Для проверки своих знаний и тренировки можно использовать задания и вопросы для самостоятельной работы, приведённые в п. 8.2 и 8.3 данной Программы.

Наконец, нужно сказать, что от магистранта требуется более ясное понимание курса и умение самостоятельно разобраться в отдельных темах курса, чем от студента, поэтому на последних занятиях предусмотрены доклады магистрантов реферативного типа и их обсуждение. В данном случае, отвечая на вопросы товарищей, докладчик может проверить, насколько хорошо он разобрался в вопросе. А в другой раз он сам может выяснить детали темы, задавая вопросы другому докладчику. Этим достигается ясное понимание основных вопросов и умение самостоятельно проводить требуемые вычисления.

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

8.1. Тематика рефератов(докладов, эссе)

не предусмотрены учебным планом.

8.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы обучающихся:

1 семестр

1. Записать в сферических координатах функцию Лагранжа для частицы в центральном поле.
2. Записать соответствующие уравнения Лагранжа-Эйлера.
3. Записать в сферических координатах гамильтониан и три набора уравнений Гамильтона для частицы в центральном поле.
4. Вычислить скобки Пуассона для компонент углового момента.
5. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.
6. Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле.
7. Записать связь между 4-тензором электромагнитного поля и 3-векторами напряженности.
8. Произвести двойную свертку тензора $F_{\mu\nu} F^{\mu\nu}$

2 семестр

1. Записать решение уравнения Шредингера для свободной частицы
2. Какой из операторов: $Af=af$ или $Bf=f^2$ является линейным?
3. Какой из операторов: $id^2/dx^2+d/dx$ или $d^2/dx^2-id/dx$ является эрмитовым?
4. Найти собственное значение оператора $d^2/dx^2-id/dx$, если собственная функция есть $f=\exp(ikx)$
5. Рассчитать нормирующий множитель волновой функции $A \exp(-3/2 r)$ электрона в центральном поле
6. Вычислить коммутаторы компонент оператора импульса с компонентами оператора момента импульса. Результат записать одной формулой.
7. Получить в сферических координатах соотношение, связывающее квадрат оператора импульса с квадратом оператора момента импульса.
8. Вычислить коммутаторы различных компонент оператора момента импульса.

3 семестр

1. Определить фазовую траекторию для частицы массой m , движущейся по инерции со скоростью v
2. Определить фазовую траекторию для линейного осциллятора с малым трением
3. Показать, что каноническое распределение Гиббса для систем с очень большим числом частиц переходит в микроканоническое
4. Подсчитать число частиц идеального газа, скорости которых заключены в интервале $0 < v < v_0$
5. Пользуясь распределением Максвелла, вычислить среднюю скорость относительного движения молекул газа
6. Определить среднее значение потенциальной энергии одной молекулы в равновесном столбе газа высотой H . Газ находится при температуре T в однородном поле силы тяжести с ускорением g .
7. Записать системы уравнений для расчета внутренней энергии, энтропии и химического потенциала
8. Вывести термическое уравнение состояния многоатомного идеального газа

8.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз:

1 семестр

1. В чем состоит принцип Гамильтона?
2. Какая классическая характеристика сохраняется в случае, если гамильтониан частицы не зависит от угла вращения в некоторой плоскости?
3. Как изменяется импульс при пространственных трансляциях?

4. Коммутируют ли между собой вращения вокруг одной и той же оси?
5. Как называются наблюдаемые, которые инвариантны относительно вращений?
6. Как определяется псевдовектор? Псевдоскаляр?
7. Записать классический гамильтониан одномерного гармонического осциллятора.
8. Дать определение четырехмерной скорости и ускорения.
9. Компоненты 4 мерного потенциала поля.
10. Дать определение тензора электромагнитного поля.
11. Как определяется дуальный тензор электромагнитного поля?
12. Может ли существовать переменное во времени магнитное поле без электрического?
13. Может ли однородное электрическое (или магнитное) поле быть переменным во времени?
14. Инварианты электромагнитного поля.

2 семестр

1. В чем состоит физический смысл волновой функции?
2. Понятие оператора
3. Как понимается степень оператора?
4. Как действует на волновую функцию оператор инверсии?
5. Что такое «одномерный потенциальный ящик»?
6. Записать классический и квантовый гамильтониан в задаче с центральным полем.
7. Записать классический гамильтониан одномерного гармонического осциллятора.
8. Записать оператор Гамильтона одномерного гармонического осциллятора в терминах повышающих и понижающих операторов a и a^+ .
9. Являются ли операторы a и a^+ эрмитовыми?
10. Какова энергия основного состояния одномерного гармонического осциллятора?
11. Как выглядит оператор орбитального углового момента?
12. Как выглядит гамильтониан атома водорода?
13. Сохраняется ли орбитальный угловой момент для произвольной частицы?
14. Что такое «детерминант Слэтера»?

3 семестр

1. Дать определение матрицы плотности.
2. Дать определение фазового пространства
3. В чем различие чистых и смешанных квантовых состояний?
4. В чем состоит принципиальное отличие между квантовой и классической функциями распределения по координатам и импульсам частиц?
5. Как определяются средние значения физических величин с помощью статистического оператора?
6. Чем отличаются распределения Максвелла-Больцмана, Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака от микроканонического и канонического распределений?
7. Каково качественное различие между распределениями Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака?
8. При каких условиях распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака практически совпадают?
9. В каком случае электронный газ является вырожденным?
10. Раскрыть физический смысл энергии Ферми для электронного газа.
11. При каких условиях идеальные ферми-газ и бозе-газ ведут себя как классические газы?
12. Какие процессы в макроскопической системе ответственны за ее переход в состояние термодинамического равновесия?
13. Дать определение ансамбля Гиббса?
14. Какими процессами определяется производство энтропии?

8.4. Примеры тестов:

не предусмотрены учебным планом.

8.5. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачет, экзамен):

1 семестр (зачет)

1. Функция Лагранжа классической механики. Принцип Гамильтона. Уравнения Эйлера-Лагранжа.
2. Обобщённые координаты и импульсы. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона.
3. Классический момент импульса. Сферические координаты. Сохранение момента импульса в центральном поле.
4. Классические преобразования пространства и времени. Преобразования координат и импульсов при трансляциях (пространственных и временных).
5. Классические преобразования пространства и времени. Преобразования координат и импульсов при вращениях. Матрица вращения вокруг оси OZ.
6. Классические преобразования пространства и времени. Преобразования координат и импульсов при галилеевских сдвигах, отражениях и временной инверсии.
7. Классические бесконечно малые преобразования симметрии. Преобразования координат и импульсов при трансляциях (пространственных и временных).
8. Классические бесконечно малые преобразования симметрии. Преобразования координат и импульсов при вращениях. Матрица бесконечно малых вращений вокруг оси OZ.
9. Структура матриц вращения. Понятие о генераторах вращения вокруг данной оси.
10. Генераторы вращений вокруг координатных осей и их коммутаторы.
11. Скобки Пуассона. Фундаментальные скобки Пуассона.
12. Связь между законами сохранения и симметриями классической системы.
13. 4-мерные тензоры и действия с ними.
14. Потенциалы электромагнитного поля.
15. Напряженности электрического и магнитного полей.
16. Уравнения электродинамики в четырехмерной форме.
17. Тензор электромагнитного поля.
18. Инварианты электромагнитного поля
19. Калибровочная инвариантность электромагнитного поля.
20. Функция Лагранжа для электромагнитного поля.
21. Вывод уравнений Максвелла из принципа наименьшего действия
22. Действие для заряженной частицы в электромагнитном поле. Уравнение движения.
23. Энергия и импульс заряженной частицы в электромагнитном поле.
24. Уравнение Гамильтона-Якоби для частицы в электромагнитном поле

2 семестр (зачет)

1. Волновая функция, ее физический смысл. Уравнение Шредингера
2. Линейные операторы. Классы операторов. Коммутаторы
3. Собственные векторы и собственные значения операторов. Матричные элементы операторов
4. Непрерывные наблюдаемые. Свойства и представления дельта-функции Дирака
5. Одномерные задачи квантовой механики. Одномерная свободная частица. Одномерный потенциальный ящик
6. Одномерные задачи квантовой механики. Одномерный потенциальный барьер
7. Квантовый гармонический осциллятор. Повышающие и понижающие операторы, оператор чисел заполнения
8. Квантовый линейный гармонический осциллятор. Повышающие и понижающие операторы a и a^+ . Основное состояние. Оператор чисел заполнения.
9. Матричные элементы a и a^+ . Волновые функции одномерного гармонического осциллятора
10. Сферически симметричный потенциал. Сферическая симметрия. Оператор орбитального углового момента как дифференциальный оператор
11. Алгебра коммутаторов углового момента
12. Собственные состояния операторов J^2 и J_z
13. Операторы J_+ и J_- и их матричные элементы

14. Энергетический спектр для трёхмерной частицы в сферически симметричном поле
15. Сложение угловых моментов
16. Сферические координаты и сферические гармоники.
17. Радиальные волновые функции частицы в центральном поле
18. Радиальные волновые функции свободной частицы
19. Атом водорода. Симметрии. Энергетический спектр
20. Радиальные волновые функции атома водорода
21. Методы расчета атомных систем
22. Вариационный метод Ритца
23. Метод самосогласованного поля Хартри-Фока
24. Метод Томаса-Ферми

3 семестр (экзамен)

1. Понятие ансамбля. Функция распределения и статистический оператор.
2. Микроканонический, канонический и большой канонический ансамбли Гиббса.
3. Эволюция физических величин.
4. Механические интегралы движения.
5. Тензор напряжений.
6. Квазиравновесное состояние
7. Одноатомный и двухатомный идеальные газы.
8. Ферми-газ элементарных частиц.
9. Уравнение состояния идеального бозе-газа.
10. Вырожденный бозе-газ.
11. Равновесное излучение
12. Квантовое распределение Ферми-Дирака. Энергия Ферми.
13. Квантовая функция распределения Бозе-Эйнштейна.
14. Конденсация Бозе-Эйнштейна
15. Дифференциальная форма первого начала термодинамики.
16. Второе начало термодинамики.
17. Третье начало термодинамики.
18. Термодинамические потенциалы и их экстремальные свойства.
19. Внутренняя энергия и энтальпия.
20. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса.
21. Термодинамическая устойчивость
22. Термодинамика неравновесных процессов
23. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов
24. Уравнение баланса энтропии

8.6. Темы для написания курсовой работы:

не предусмотрены учебным планом.

8.7. Формы контроля самостоятельной работы:

Таблица 6


№п/п	Наименование раздела дисциплины (Тема для самостоятельной работы)	Содержание с/р	Формы текущего контроля	Время проведения контроля с/р	Отчет по каждой теме с/р (делается во время занятий)
1	Формализм Лагранжа и Гамильтона в классической механике. Движение частицы в	вопросы, в материалах пособия Т.С. Бороненко	Проверка домашних работ. Устный опрос Выполнение учебных	в ходе практических занятий, после завершения изучения раздела	вся группа

	центральном поле		заданий		
2	Пространственно-временные симметрии в классической физике	материалы занятия	Проверка домашних работ. Выполнение учебных заданий	в ходе занятий	
3	Уравнения Максвелла. Тензор электромагнитного поля	задачи на аудиторных занятиях, домашние задания	Проверка домашних работ. Выполнение вычислений	в ходе практических занятий	
4	Движение заряда в электромагнитном поле	задачи на аудиторных занятиях, домашние задания, лекции по электродинамике	Проверка домашних работ. Решение задач. Устный опрос	в ходе практических занятий, после завершения изучения раздела	
5	Задачи на математический аппарат квантовой механики	задачи на аудиторных занятиях, домашние задания	Проверка домашних работ. Выполнение учебных расчётов. Устный опрос	в ходе занятий	
6	Уравнение Шредингера	материалы занятия, материалы лекций по квантовой механике	Проверка домашних работ. Проведение доказательств и вычислений	в ходе занятий	
7	Оператор углового момента	задачи на аудиторных занятиях, домашние задания, материалы лекций по квантовой механике	Проверка домашних работ. Проведение доказательств. Устный опрос	в ходе занятий, после завершения изучения раздела	
8	Атомные и молекулярные системы	задачи на аудиторных занятиях, домашние задания	Проверка домашних работ. Решение задач	в ходе практических занятий	
9	Динамические основы статистической физики	задачи на аудиторных занятиях, домашние задания	Проверка домашних работ. Решение задач. Устный опрос	в ходе занятий.	
10	Статистическая теория газов	задачи на аудиторных	Проверка домашних	в ходе практических	

		занятиях, домашние задания	работ. Решение задач	занятий	
11	Квантовые функции распределения	материалы занятия	Контрольная работа	середина 3 семестра дисциплины	
12	Начала термодинамики. Термодинамические потенциалы	домашние задания, литература по теме	Проверка домашних работ. Представление докладов	в ходе занятий	
13	Термодинамика неравновесных процессов	литература по теме	Представление докладов	последнее занятие	

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

Рабочая программа учебной дисциплины составлена: доцентом кафедры теоретической физики, кандидатом физ.-мат. наук

 Е. Н. Кирилловой

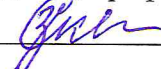
Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики ТГПУ, протокол № 9 от «15» октября 2015 г.

Заведующий кафедрой теоретической физики, д. ф.-м.н., профессор

 И. Л. Бухбиндер

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена УМК физико-математического факультета ТГПУ, протокол № 3 от «16» октября 2015 г.

Председатель УМК физико-математического факультета, д.п.н., профессор

 З. А. Скрипко