



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП ДТФИТ

И.о. директора ИНТПМ


(подпись)

Нефедев К.В.
(ФИО)



Красицкая С.Г.
(ФИО.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория групп
Направление подготовки **03.03.02 Физика**
Цифровая физика
Форма подготовки очная

курс 3 семестр 5
лекции 32 час.
практические занятия 34 час
лабораторные работы не предусмотрено
в том числе с использованием МАО лек. - / пр. - / лаб. - час.
всего часов аудиторной нагрузки 66 час.
в том числе с использованием МАО - час.
самостоятельная работа 42 час.
в том числе на подготовку к экзамену час.
контрольные работы (количество) не предусмотрены
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрен
зачет 5 семестр
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07 августа 2020 г. №891.
Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий протокол от «3» февраля 2023 г. № 09

Директор департамента Профессор Нефедев К.В.
Составитель (ли): д.ф.-м.н. Вовна В.В.

Владивосток 2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель обучения: рассмотреть связь между симметрией и физическими характеристиками многоэлектронных систем. Рассмотрение основано на теории представлений точечных групп, группы вращений и полной перестановочно-инверсионной группы электронов и ядер.

Задачи:

- познакомить студентов с базовым математическим аппаратом, основными понятиями и теоремами теории групп, с теорией представлений групп;
- рассмотреть широкий круг приложений теории групп в теоретической физике, причем обсуждение приложений должно сопровождаться более детальным изучением соответствующих конкретных групп;
- обеспечить теоретическую подготовку и практические навыки для изучения других математических курсов и курсов теоретической физики (квантовая механика, теория гравитации и теория квантовых и классических полей).

Для успешного изучения дисциплины «Теория групп в спектроскопии» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

УК-6 – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен использовать	ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные

	специализированные знания в области физики, а также стандартные программные средства компьютерного моделирования для освоения профильных физических дисциплин различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	методы решения основных типов задач, встречающихся в физике
--	---	---

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике.	Знает методы решения основных типов задач, встречающихся в физике
	Умеет работать с математическим аппаратом эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике
	Владет методами и навыками проведения исследования характеристик для решения поставленной задачи

2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы 108 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
----------	---

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Пр	Лаб	СР	Контроль	
1	Раздел I. Теория представлений групп							ПР-15
2	Раздел II. Применение теории групп к многоэлектронным системам							ПР-15
	Итого:							

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (36 час.)

Раздел 1. Теория представлений групп (18 час)

Тема 1. Представления групп (4 часа)

Определение представления группы. Матричные представления. Эквивалентные представления. Теорема Машке. Пример: группа D_3 . Инвариантные подпространства. Приводимые и неприводимые представления.

Тема 2. Неприводимые представления (4 часа)

Неприводимые представления группы. Леммы Шура. Неприводимые представления абелевых групп. Соотношения ортогональности.

Неприводимые представления группы D_3 . Характеры представлений и их свойства. Критерий неприводимости.

Тема 3. Непрерывные группы (4 часа)

Примеры непрерывных групп. Инфинитезимальные операторы. Перестановочные соотношения. Группа двумерных вращений R_2 . Неприводимые представления группы R_2 . Двумерное представление группы R_2 . Инфинитезимальные операторы группы R_2 . Преобразования функций, индуцированные R_2 . Активное и пассивное истолкование вращений.

Тема 4. Трёхмерные вращения (6 часа)

Изотропия пространства и момент импульса. Трёхмерные вращения: углы Эйлера. Матрица поворота. Генераторы поворотов. Группа трёхмерных вращений R_3 . Операторы момента импульса. Неприводимые представления группы R_3

Раздел 2. Применение теории групп к многоэлектронным системам. (18 час)

Тема 4. Абстрактная теория групп. (2 час.)

Основные понятия и теоремы. Конечные, бесконечные и непрерывные группы. Группы преобразований симметрии и интегралы движения.

Тема 5. Теория представлений групп. (2 час.)

Типы представлений. Функции, заданные на группе. Свойства матричных элементов неприводимых представлений. Характеры представлений. Композиция представлений.

Тема 6. Операции симметрии для многоэлектронных систем. (2 час.)

Перестановки, вращения, зеркальные повороты, трансляции. Точечные группы, группы трансляций и вращений. Прямое произведение групп.

Тема 7. Теорема Вигнера. (4 час.)

Использование теории групп для описания состояний атомов, молекул и кристаллов. Вырождения и мультиплетности.

Тема 8. Правила отбора. (4 час.)

- разбейте группу на классы взаимно сопряженных элементов;
 - найдите инвариантные подгруппы;
 - составьте таблицу умножения для соответствующей фактор-группы.
2. Доказать, что если группа H гомоморфна группе G , то:
- единичному элементу группы G соответствует единичный элемент группы H ;
 - взаимно обратным элементам группы G соответствуют взаимно обратные элементы группы H ;
 - все элементы группы G , которые соответствуют единичному элементу группы H , образуют инвариантную подгруппу G ;
 - элементы группы G , соответствующие элементу H_i , образуют сопряжённую совокупность, NG_i , где G_i – любой из элементов группы G , соответствующий элементу H_i , а N – инвариантная подгруппа, соответствующая единичному элементу группы H .

Занятие 3. Абстрактные группы (4 часа)

1. Доказать, что порядок группы является целым кратным порядка любого её элемента.
2. Доказать, что все элементы одного класса имеют один и тот же порядок.
3. Доказать, что центр группы всегда является её подгруппой.

Занятие 4. Векторные пространства и линейные операторы (4 часа)

1. Пусть E_3 – 3-мерное евклидово пространство. Покажите, что если E_1 – его одномерное подпространство, заданное векторами $\{a, a, 0\}$, то его ортогональное дополнение E_2 определяется векторами $\{b, -b, c\}$. Представьте вектор $\{1, 2, 3\}$ в виде суммы двух векторов, один из которых принадлежит подпространству E_1 , а второй – подпространству E_2 .
2. Пусть R – оператор поворота вокруг оси z на 45° , а T – оператор поворота вокруг оси x на 90° . Покажите геометрически, что TRT^{-1} есть оператор поворота вокруг оси y против часовой стрелки на 45° . Подтвердите этот результат, перемножая матрицы соответствующих операторов в базисе e_x, e_y, e_z .
3. Пусть преобразование R есть поворот вокруг оси z на 90° . Для трёх единичных векторов e_i , направленных вдоль осей x, y и z , найдите $Re_i = e_i'$. Вычислите индуцированное преобразование $T(R) \psi(r)$, где $\psi(r)$ есть
 - а) x , б) y , в) x^2 , г) xy .
 Выполните то же самое, если R – поворот вокруг оси z на 45° .

Занятие 5. Представления групп (4 часа)

1. Постройте представление группы D_4 – собственных совмещений (вращений) плоского квадрата, при помощи матриц 3×3 с базисными векторами e_x, e_y, e_z ; ось симметрии четвёртого порядка совпадает с осью z . Покажите, пользуясь найденными матрицами, что оно сводится к одномерному и двумерному представлению.

Занятие 6. Неприводимые представления (4 часа)

1. Найдите характеры представлений (трехмерного, двумерного и одномерного) группы D_4 – собственных совмещений (вращений) плоского квадрата. Проверьте, удовлетворяют ли данные представления соотношениям ортогональности и критерию неприводимости.
2. Определите характеры неприводимых представлений $\chi^{(m)}(C^n)$, где $m = 0; 1; 2; \dots, (n - 1)$, циклической группы порядка n .

Занятие 7. Непрерывные группы (4 часа)

1. Покажите, что функции $x \pm iy$ преобразуются по представлениям $T^{(\pm 1)}$ группы R_2 . Классифицируйте шесть квадратичных функций ($x^2; y^2; z^2; xy; xz; yz$) переменных x, y и z в соответствии с их трансформационными свойствами по отношению к группе R_2 .

Занятие 8. Трёхмерные вращения (8 часов)

1. Исходя из выражения для оператора трёхмерного поворота

$$\mathbf{r}' = R_{\mathbf{k}}(\alpha) \mathbf{r} \approx \mathbf{r} + \sum_{q=x,y,z} \alpha_q [\mathbf{e}_q \times \mathbf{r}], \quad \alpha \ll 0,$$
 установите вид генераторов $X_x; X_y; X_z$. Проверьте выполнение коммутационных соотношений.
2. Исходя из точного выражения для оператора трёхмерного поворота

$$\mathbf{r}' = R_{\mathbf{k}}(\alpha) \mathbf{r} = \mathbf{r} \cos \alpha + (\mathbf{r} \cdot \mathbf{k}) \mathbf{k} (1 - \cos \alpha) + [\mathbf{k} \times \mathbf{r}] \sin \alpha,$$
 установите вид матриц поворота вокруг координатных осей и генераторов $X_x; X_y; X_z$.

Задания для самостоятельной работы (36 час.)

Требования: После каждого практического занятия обучающемуся необходимо внимательно изучить записанный конспект, провести анализ, сделать выводы и подготовиться к итоговому зачету.

Домашние задания к практическим работам

Необходимо изучить учебно-методические пособия для

соответствующей практической работы, разобрать и запомнить теорию и подготовить отчет.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-4 недели семестра	Домашняя работа 1	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
2	5-6 недели семестра	Домашняя работа 2	3 час	ПР-15 (рабочая тетрадь)
3	7-8 недели семестра	Домашняя работа 3	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
4	9-10 недели семестра	Домашняя работа 4	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
5	11-12 недели семестра	Домашняя работа 5	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
6	13-14 недели семестра	Домашняя работа 6	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
7	15-18 недели семестра	Подготовка к зачету	18 час.	Зачет
Итого:			36 час.	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Планирование и организация времени, отведенного на выполнение

заданий самостоятельной работы.

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам

освоения учебной дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Работа с литературой.

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

Работа с конспектом лекций

В конспекте лекций необходимо кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Нужно проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или практических работах.

Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.

Работа перед практическими занятиями

Перед практическим занятием (лабораторной работой) студент должен самостоятельно изучить методические указания по его выполнению, ознакомиться с содержанием работы, прочитать необходимую учебную литературу для понимания физических процессов, изучаемых в лабораторной работе. После успешного выполнения лабораторной работы студент самостоятельно пишет, обрабатывает полученные данные и пишет отчет по практическому занятию. В методических указаниях по выполнению лабораторных работ после каждой лабораторной работы следуют контрольные вопросы. На них необходимо подготовить ответы. Кроме того, необходимо иметь базовые знания по изучаемой теме. Только после теоретической подготовки и написания отчета можно пробовать сдать отчет. Сдача отчета проводится во время практических занятий, когда студенты не работают за лабораторными установками.

Структура отчета по практическому занятию

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, сопровождая необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т. д.

Структурно отчет по практической работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- ✓ *Титульный лист* – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);
- ✓ *Исходные данные к выполнению заданий* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);
- ✓ *Основная часть* – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- ✓ *Выводы*– обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- ✓ *Список литературы*– обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);
- ✓ *Приложения*– необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета.

Оформление отчета по лабораторной работе

Лабораторная работа относится к категории «*письменная работа*», оформляется *по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ*.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- ✓ печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- ✓ интервал межстрочный – полуторный;
- ✓ шрифт – TimesNewRoman;
- ✓ размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- ✓ выравнивание текста – «по ширине»;

✓ поля страницы -левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;

✓ нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).

✓ режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все *приложения* включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

*Рекомендации по оформлению графического материала,
полученного с экранов в виде «скриншотов»*

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т. п. должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала, как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т. п.

В перенесенных в отчет «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области, путем редактирования «изображений», а при необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков, а в тексте должны быть ссылки на указанные рисунки.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Выполнение самостоятельных работ оценивается при сдаче и защите отчетов по практическим работам. Критерии оценки индикаторов выполнения самостоятельной работы по курсу приведены в разделе VIII.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Теория представлений групп	ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике.	Знает методы решения основных типов задач, встречающихся в физике	ПР-15 (рабочая тетрадь)	зачет (вопросы 1-13)
			Умеет работать с математическим аппаратом эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике		
			Владеет методами и навыками проведения исследования характеристик для решения поставленной задачи		
2	Раздел II. Применение теории групп к многоэлектронным системам	ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике.	Знает методы решения основных типов задач, встречающихся в физике	ПР-15 (рабочая тетрадь)	зачет (вопросы 14-26)
			Умеет работать с математическим аппаратом эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике		
			Владеет методами и навыками проведения исследования характеристик для решения поставленной задачи		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. М. И. Петрашень, Е. Д. Трифонов. Применение теории групп в квантовой механике. М. Наука, 1967; М. УРСС, 1999.
2. М. Хамермеш. Теория групп и ее применение к физическим проблемам. М. Мир, 1966.
3. Д. Эллиот, П. Добер. Симметрия в физике. М. Мир, 1983.
4. Ф. Р. Банкер. Симметрия молекул и молекулярная спектроскопия. М. Мир, 1981.

Дополнительная литература

1. Г. Я. Любарский. Теория групп и ее применение в физике. М. Гостехтеоретиздат, 1957.
2. И. Г. Каплан. Симметрия многоэлектронных систем. М. Наука, 1969.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.knigafund.ru> – электронно-библиотечная система «КнигаФонд»
2. <http://ilib.mccme.ru/djvu/bib-kvant/groups.htm> – Павел С.А. Введение в теорию групп.
3. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/thgr/> – Замиралов В.С. Основные понятия теории групп и их представлений и некоторые приложения к физике частиц.
4. http://www.ph4s.ru/book_mat_teorgrup.html – библиотека по теории групп.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются программы, позволяющие строить графики по массивам данных и выполнять простейший математический анализ данных (первые производные, сглаживание, линейный фитинг).

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов. Успешное освоение дисциплины предполагает активное участие студентов на всех этапах ее освоения. Изучение дисциплины следует начинать с проработки содержания рабочей программы и методических указаний. При изучении и проработке теоретического материала студентам необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- перед очередной лекцией просмотреть конспект предыдущего занятия;
- при самостоятельном изучении темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПУД литературные источники.

В случае, если возникли затруднения, обратиться к преподавателю в часы консультаций или на практическом занятии.

Практические занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений. Основной целью проведения практических занятий является систематизация и закрепление знаний по изучаемой теме, формирование умений самостоятельно работать с дополнительными

источниками информации, аргументировано высказывать и отстаивать свою точку зрения.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:

- повторить теоретический материал по заданной теме;
- продумать формулировки вопросов, выносимых на обсуждение;
- использовать не только конспект лекций, но и дополнительные источники литературы, рекомендованные преподавателем.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче экзамена, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

Подготовка к экзамену. К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все домашние задания, предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 441.	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 15) Оборудование:	Специализированное ПО не требуется

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.	
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 478. Лаборатория аналитической лазерной спектроскопии ДВФУ	Лазерно-искровой спектрометр, спектрометр комбинационного рассеяния, наборы оптики и опто-механики	ПО, позволяющее выполнять лабораторные работы на лабораторных установках, MS EXEL – программное обеспечение для построения графиков, Gwyddion – свободно распространяемое программное обеспечение для обработки графических изображений
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	Специализированное ПО не требуется

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступны лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Теория групп в спектроскопии» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Домашняя работа (ПР-15) защита отчета

Письменные работы

2. Домашняя работа (ПР-15) написание отчета

Устный опрос

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента,

понимание материала, самостоятельность выполнения домашних задач, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к экзамену.

Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Практические работы позволяют студентам непосредственно ознакомиться с экспериментальным оборудованием.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теория групп в спектроскопии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачет (6-й, весенний семестр). Форма зачета – два письменных вопроса, на которые студенту дается 40 мин, затем 2 произвольных устных вопроса. Допуск к экзамену возможен только после сдачи всех отчетов по домашним работам.

Методические указания по сдаче экзамена

Зачет принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения зачета (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 40 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При неявке студента на экзамен в ведомости делается запись «не явился».

Вопросы к зачету

1. Определение группы. Виды групп. Сдвиг по группе
2. Теорема Вигнера
3. Порядок элемента. Сопряженные элементы. Сопряженные совокупности
4. Формулировка правил отбора
5. Подгруппы. Нормальный делитель. Фактор группа
6. Представления групп
7. Гомоморфизм и изоморфизм групп
8. Использование теории групп в теории возмущений
9. Группа перестановок
10. Представления, реализующиеся на смещениях ядер в молекуле
11. Виды представлений групп
12. Функции, заданные на группе
13. Первая и вторая леммы Шура
14. Симметризованные степени представлений
15. Свойства ортогональности матричных элементов неприводимых представлений
16. Основные понятия теории непрерывных групп
17. Характеры групп и их свойства
18. Представления группы трехмерных вращений
19. Регулярное представление. Теорема Бернсайда
20. Связь свойств симметрии с наличием интегралов движения
21. Представления, реализующиеся на колебательных волновых функциях
22. Операции симметрии точечных групп
23. Полная перестановочно-инверсионная группа электронов и ядер
24. Связь между решением уравнения Шредингера и неприводимым представлением группы симметрии молекулы
25. Виды точечных групп

26. Композиция представлений групп

Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине

«Теория групп в спектроскопии»:

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86 - 100	отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он полно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76 - 85	хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61 - 75	удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при решении задач.
0 - 60	неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет решение задач. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (защиты отчетов по практическим занятиям) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам

учебной работы;

- посещение занятий
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Устный опрос в сочетании с проверкой отчета по лабораторной работе

Оценивание защиты домашней работы проводится при представлении отчета в электронном или печатном виде, по двухбалльной шкале: «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценивания отчета по лабораторной работе

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент присутствовал на лабораторной работе, самостоятельно получил необходимые экспериментальные результаты, оформил отчет в соответствии с требованиями, правильно построил графические зависимости физических величин, сделал правильные выводы, объяснил ход закономерностей, продемонстрировал глубокое знание теории изучаемых явлений, правильно ответил на контрольные вопросы
«не зачтено»	Студент не предоставил отчет, либо отчет не соответствует установленным требованиям по оформлению или содержанию, не содержит выводов. Студент предоставил правильно оформленный отчет, но использовал чужие данные. Студент предоставил правильно оформленный отчет, но не может ответить на контрольные вопросы.

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Теория групп в спектроскопии»

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория групп в спектроскопии» разработана для студентов 3 курса очной формы обучения направления подготовки для студентов направления подготовки 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная и прикладная физика (совместно с НИУ ВШЭ, г. Москва)» в соответствии с требованиями федерального государственного стандарта высшего образования.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е. (108 час.). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 час.), практические занятия (36 час.), самостоятельная работа студента (36 час.). Дисциплина «Теория групп в спектроскопии» входит в вариативную часть образовательной программы, дисциплины по выбору, реализуется на 3 курсе в 6 семестре.

Цель обучения: рассмотреть связь между симметрией и физическими характеристиками многоэлектронных систем. Рассмотрение основано на теории представлений точечных групп, группы вращений и полной перестановочно-инверсионной группы электронов и ядер.

Задачи:

- познакомить студентов с базовым математическим аппаратом, основными понятиями и теоремами теории групп, с теорией представлений групп;
- рассмотреть широкий круг приложений теории групп в теоретической физике, причем обсуждение приложений должно сопровождаться более детальным изучением соответствующих конкретных групп;
- обеспечить теоретическую подготовку и практические навыки для изучения других математических курсов и курсов теоретической физики (квантовая механика, теория гравитации и теория квантовых и классических полей).

Для успешного изучения дисциплины «Теория групп в спектроскопии» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

УК-6 – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен использовать специализированные знания в области физики, а также стандартные программные средства компьютерного моделирования для освоения профильных физических дисциплин различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике.	Знает методы решения основных типов задач, встречающихся в физике
	Умеет работать с математическим аппаратом эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	Владеет методами и навыками проведения исследования характеристик для решения поставленной задачи