

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ
сборник учебно-методических материалов
для направления подготовки
03.03.02 - Физика

Благовещенск 2017

Составитель: О.В. Зотова

Квантовая теория: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 03.03.02. Физика – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017.

© Амурский государственный университет, 2017

© Кафедра физики, 2017

© О.В. Зотова, составление

ВВЕДЕНИЕ

Сегодняшняя жизнь не мыслима без приборов и механизмов, работающих по законам квантовой физики. Знание основных законов физики микромира будет еще более востребовано при переходе общества в эру нанотехнологий. Понимание результатов современных исследований находящихся на переднем крае физики, даже на уровне популярных статей, требует не только знаний основных закономерностей физики микромира, но и соответствующего математического языка их описания, но и логической структуры всей физики в целом, на всех ее уровнях.

Целью данного теоретического курса - показать, почему перестали действовать законы классической физики в микромире и как строится новая физика, включающая классическую как составной элемент, но с ограниченной областью применимости. Важнейшей задачей курса является овладение специальным аппаратом квантовой физики, позволяющим читать современную литературу, и умение его применять для рассмотрения широкого круга физических явлений.

Курс «Квантовая теория» представляет собой теоретическую основу для последующих разделов курса теоретической физики. В нем вводятся основные понятия и методы квантовой теории, способы теоретического описания, количественного и качественного анализа квантовых процессов в системах, состоящих из одной или многих частиц, а также в системах с неопределенным или меняющимся числом частиц.

Курс рассчитан на студентов-физиков, имеющих подготовку по общей физике и математике в объеме обычной университетской программы. В частности, предполагается, что студенты знакомы с качественным описанием отдельных квантовых явлений из области атомной и ядерной физики, оптики, физики твердого тела, а также знакомы с элементами теории линейных операторов в гильбертовом пространстве.

Организация занятий по курсу «Квантовая теория» - традиционная: аудиторные занятия (лекции и практические) и внеаудиторная самостоятельная работа студентов. Задания для самостоятельной работы выдаются во время аудиторных занятий: на лекциях сообщаются дополнительные темы для

самостоятельного изучения, выдаются задания на самостоятельное проведение некоторых вычислений; на практических занятиях даются домашние задания для самостоятельного решения задач и упражнений по курсу «Квантовая механика».

Требованиями к уровню усвоения содержания курса «Квантовая теория» являются:

знание теоретического материала и умение его применять при решении конкретных задач,

владение «математическим языком» квантовой теории причин его использования;

понимание главных проблем этой науки;

понимание области применимости отдельных разделов физики и их взаимосвязь;

умение читать современную литературу по физике и грамотно использовать получаемые знания специальных дисциплинах.

1 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Краткое содержание курса лекций

Тема 1. Физические основы квантовой механики

Основные положения классической физики: описание состояния и закон движения, измеримость. Причины несостоятельности классического подхода в микромире. История становления квантовой механики.

Экспериментальные предпосылки квантовой механики. Корпускулярно-волновой дуализм света. Волновая природа материи. Идея де Бройля о волновых свойствах частиц. Статистическое толкование волн де Бройля. Волновая функция. Смысл квадрата модуля волновой функции. Связь энергии с частотой и импульса с волновым вектором. Возможность нахождения частицы в различных состояниях. Описание состояния как суперпозиции волн де Бройля. Линейность принципа суперпозиции. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Соотношение неопределенности энергия-время. Вычисление вероятностей результатов измерений физических величин.

Тема 2. Изменение состояния во времени

Основное уравнение квантовой механики в нерелятивистском пределе – уравнение Шредингера. Состояния с определенным значением энергии. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Движение свободной частицы. Квантование энергии частицы в одномерной потенциальной яме. Туннельный эффект. Квантовый гармонический осциллятор. Стационарные состояния осциллятора. Энергия осциллятора. Главное квантовое число. Узлы волновых функций осциллятора. Нулевая энергия осциллятора. Осциллятор в энергетическом представлении.

Движение заряженной частицы в кулоновском поле. Кулоновская потенциальная энергия. Водородоподобные атомы. Уравнение Шредингера для радиальной волновой функции. Асимптотическое поведение решений. Набор квантовых чисел. Полиномы Лагерра. Энергетические уровни. Вырождение.

Тема 3. Математический аппарат квантовой механики

Квантовые состояния. Волновые функции. Принцип суперпозиции состояний.

Нормировка волн де Бройля. Средние значения координаты и импульса. Физические величины в квантовой теории. Определенные значения физических величин. Свойства собственных функций и собственных значений линейного эрмитова оператора. Оператор с непрерывным спектром собственных значений. Совместная измеримость физических величин. Соотношение неопределенностей. Временное уравнение Шредингера. Плотность потока вероятности. Стационарные состояния. Дифференцирование операторов по времени. Интегралы движения.

Тема 4. Основы теории представлений

Различные представления волновой функции. Дираковский формализм. Теория представлений для операторов физических величин. Теория представлений и наблюдаемые величины. Матричная механика. Энергетическое и импульсное представления уравнения Шредингера. Матричная форма оператора производной по времени величины F . Унитарные преобразования. Представления зависимости операторов и волновых функций от времени.

1.2 Темы практических (семинарских) занятий

Тема 1. Физические основы квантовой механики

- Фотоны. Волновые свойства частиц. Волны де Бройля.
- Соотношения неопределенностей.

Тема 2. Изменение состояния во времени

1) Одномерное движение (модельные задачи):

- свободная частица, волновые пакеты;
- движение в однородном поле – частица в потенциальной яме;
- надбарьерное прохождение и туннельный эффект;
- линейный гармонический осциллятор.

2) Трехмерные задачи:

- движение в центрально-симметричном поле,
- момент импульса и его квантование.

Тема 3. Математический аппарат квантовой механики

Алгебра операторов. Операторы различных физических величин. Эрмитово сопряжение операторов.

Тема 4. Основы теории представлений

Дираковский формализм. Представление волновой функции. Теория представлений для операторов физических величин. Унитарные преобразования.

1.2.1 Задачи для практических занятий и самостоятельного решения

1. Найти длину волны: 1) электрона, летящего со скоростью 10^8 см/с; 2) атома водорода, движущегося со скоростью, равной средней квадратичной скорости при температуре 300К; 3) шарика массой 1 г, движущегося со скоростью 1 см/с.

2. Найти длину волны де Бройля для электрона, прошедшего разность потенциалов $U_1=1$ В; $U_2=100$ В.

3. Решить предыдущую задачу для пучка протонов.

4. Электрон, движущийся со скоростью 5000 км/с, попадает в однородное ускоряющее поле напряженностью 10 В/см. Какое расстояние должен пройти электрон в поле, чтобы длина волны де Бройля стала равной 1 ангстрему?

5. Вычислить длину волны де Бройля λ для протона, движущегося со скоростью $v = 0,6 c$ (c – скорость света в вакууме).

6. Найти длину волны де-Бройля для электрона, кинетическая энергия которого равна 1) 10 эВ, 2) 1 МэВ.

7. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов 200 В, имеет длину волны де-Бройля 2,02 пм. Найти массу частицы, если известно, что заряд ее численно равен заряду электрона.

8. Составить таблицу значений длин волн де Бройля для электрона, движущегося со скоростью, равной $2 \cdot 10^8$; $2,2 \cdot 10^8$; $2,4 \cdot 10^8$; $2,6 \cdot 10^8$; $2,8 \cdot 10^8$ м/с.

9. Скорость так называемых тепловых нейтронов, средняя кинетическая энергия которых близка к средней энергии атомов газа при комнатной температуре, 2,5 км/с. Найти длину волны для таких нейтронов.

10. В телевизионной трубке проекционного аппарата электроны разгоняются до скорости 10^8 м/с. Определить длину волны катодных лучей без учета и с учетом зависимости массы от скорости.

11. а) Чему равна релятивистская масса электрона, длина которого $0,0420 \text{ \AA}$?
б) Из соотношения $E = hc/\lambda = mc^2$ можно найти эффективную массу фотона ($m^* = h/\lambda c$). Чему равна эффективная масса фотона, длина волны которого $0,0420 \text{ \AA}$.

12. α -частица движется по окружности радиусом 863 мм в однородном магнитном поле, напряженность которого $18,9 \text{ кА/м}$. Найти длину волны де-Бройля для α -частицы.

13. Найти длину волны де Бройля для α -частицы, нейтрона и молекулы азота, движущихся со средней квадратичной скоростью при температуре 25°C .

14. Поток летящих параллельно друг другу электронов, имеющих скорость $v=10^6 \text{ м/с}$, проходит через щель ширины $b=0,1 \text{ мм}$. Найти ширину центрального дифракционного максимума, наблюдаемого на экране, отстоящем от щели на расстоянии $l=10 \text{ см}$.

15. Узкий пучок монохроматических электронов падает нормально на поверхность монокристалла никеля. В направлении, составляющем угол в 55° к нормали к поверхности, наблюдается максимум отражения четвертого порядка при энергии электронов $E_k=180 \text{ эВ}$. Вычислить соответствующее значение межплоскостного расстояния.

16. На грань некоторого кристалла под углом 60° к ее поверхности падает параллельный пучок электронов, движущихся с одинаковой скоростью. Определить скорость электронов, если они испытывают интерференционное отражение первого порядка. Расстояние между атомными плоскостями кристалла равно $0,2 \text{ нм}$.

17. Пучок нейтронов, получаемых в результате ядерной реакции, падает на кристалл с периодом решетки $1,5 \text{ \AA}$. Определите скорость нейтронов, если брэгговское отражение первого порядка наблюдается, когда угол скольжения равен 30° .

18. На грань кристалла никеля падает под углом 64° к поверхности грани параллельный пучок электронов, движущихся с одинаковой скоростью. Принять расстояние между соответствующими плоскостями, параллельными грани кри-

сталла, $d=200$ пм. Пользуясь уравнением Вульфа-Брегга, найти скорость электронов, если они испытывают интерференционное отражение 1-го порядка.

19. Положение центра шарика с массой 10^{-3} кг и положение электрона известно с точностью до 10^{-4} м. Найти наименьшую ошибку, с которой при этом можно определить скорость шарика и скорость электрона.

20. Неопределенность скорости электронов, движущихся вдоль оси абсцисс, составляет $\Delta v=10^2$ м/с. Какова при этом неопределенность координаты x , определяющей местоположение электрона?

21. Молекулы водорода участвуют в тепловом движении при $T=300$ К. Найти неопределенность координаты Δx молекул водорода.

22. Неточность в определении местоположения частицы, движущейся вдоль оси x , равна длине волны де Бройля для этой частицы. Найти относительную неточность в определении ее скорости.

23. Неточность при измерении координаты электрона, движущегося по прямой траектории, равна 10 \AA . Рассчитайте неточность в определении: а) импульса; б) скорости; в) кинетической энергии этого электрона.

24. Время существования возбужденного состояния ядер имеет порядок 10^{12} с. Какова неопределенность энергии ΔE квантов, испускаемых ядрами?

25. Волновая функция $\psi(x) = A_n \sin\left(\frac{2\pi nx}{l}\right)$ определена только в области $0 \leq x \leq l$.

Используйте это условие для оценки постоянной A_n .

26. Пусть частицей является электрон, помещенный в ящик длиной $0,2$ нм. Определите: а) наименьшее возможное значение энергии E_1 , которую может иметь частица (в электрон-вольтах); б) разность между наименьшей энергией E_1 и следующим, более высоким значением E_2 , т.е. $\Delta E = E_2 - E_1$; в) длину волны фотона с энергией ΔE .

27. Для электрона, помещенного в ящик длиной $0,2$ нм, вычислите: а) неточность в определении импульса электрона, находящегося внутри ящика (в процентах).

28. Найдите приближенное значение n : а) для электрона, находящегося в ящике длиной 5 \AA и движущегося со скоростью $7,3 \cdot 10^6 \text{ м/с}$; б) молекулы кислорода ($m=5,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$), помещенной в ящик длиной 1 мкм и движущейся со скоростью 460 м/с .

29. Маятник в первом приближении представляет собой гармонический осциллятор. Определите энергию нулевых колебаний для маятника длиной 10 м , находящегося в гравитационном поле Земли.

30. Чему равна частота колебаний электрона, нулевая энергия которого 15 эВ ? Каково следующее допустимое значение энергии для электрона?

31. Если электроны с энергией 1 эВ падают на потенциальный барьер, высота которого 8 эВ (что соответствует работе выхода из металла), то сколько электронов пройдет сквозь этот барьер, если его толщина 5 \AA ?

32. Электроны захвачены поверхностью металлической пластины на глубину 3 \AA . Какова вероятность выхода электронов из пластины, если потенциальный барьер равен $8,0 \text{ эВ}$, а энергия электронов равна: а) 1 эВ ; б) 4 эВ ; в) 7 эВ ?

33. α -Частица захватывается ядром, радиус которого $r_0=1,4 \cdot 10^{-15} \text{ м}$. Какова вероятность выхода α -частицы из ядра, если ее энергия равна: а) 2 МэВ ; б) 1 МэВ ? Потенциальный барьер на поверхности ядра равен 4 МэВ .

34. Найти уровни энергии в одномерной симметричной потенциальной яме

$$V(x) = \begin{cases} -V_0, & |x| < a \\ 0, & |x| \geq a \end{cases}$$

35. Найти вероятность отражения частицы при прохождении над одномерным потенциальным барьером $V(x) = \begin{cases} V_0, & |x| < a \\ 0, & |x| \geq a \end{cases}$ (энергия частицы больше высоты барьера).

36. Найти s -уровни энергии в сферически-симметричной потенциальной яме

$$V(r) = \begin{cases} -V_0, & |r| < a \\ 0, & |r| \geq a \end{cases}$$

37. Найти s -уровни энергии в сферической оболочке $V(r) = -V_0 \cdot \delta(r-a)$.

38. Для водородоподобного атома в основном состоянии найти вероятность пребывания электрона в классически запрещенной области.

39. Рассчитать расщепление уровня энергии атома водорода с $n = 2$ в слабом однородном электрическом поле.

40. Пусть гамильтониан зависит от λ как от параметра и $\hat{H}(\lambda)|\psi(\lambda)\rangle = E(\lambda)|\psi(\lambda)\rangle$. Показать, что для нормированных на единицу векторов $|\psi(\lambda)\rangle$ имеет место соотношение $\frac{\partial E(\lambda)}{\partial \lambda} = \langle \psi(\lambda) | \frac{\partial \hat{H}(\lambda)}{\partial \lambda} | \psi(\lambda) \rangle$.

41. Показать, что если \hat{A} - скалярный оператор, то $\langle j'm' | \hat{A} | jm \rangle = \delta_{jj'} \delta_{m'm} \langle j | \hat{A} | j \rangle$.

43. Двухуровневая система с состояниями $|1\rangle, |2\rangle$, энергии которых есть $\hbar\omega_1, \hbar\omega_2$, подвергается действию не зависящего от времени возмущения \hat{W} . Вычислить вероятность обнаружить то или иное состояние в момент времени t , если в начальный момент $t = 0$ система находилась в основном состоянии.

44. Нейтральная частица со спином $1/2$ и магнитным моментом $\vec{\mu} = \mu_0 \vec{s}$ находится в однородном магнитном поле, изменяющемся по закону $\vec{H} = (H_1 \cos \omega t, H_1 \sin \omega t, H_0)$. В момент времени $t = 0$ проекция спина на направление поля была равна $+1/2$. Определить вероятность перехода частицы к моменту времени t в состояние, в котором проекция спина на направление магнитного поля равна $-1/2$.

45. Подействовать оператором $\hat{L} = \exp(a \frac{\partial}{\partial x})$ на функцию $\Psi(x) = C \frac{\sin x}{x}$.

46. Найти оператор, эрмитово сопряженный оператору комплексного сопряжения.

47. Найти спектр и собственные функции оператора трансляции.

48. Показать, что коммутатор наблюдаемых не является наблюдаемой.

49. Найти $\frac{d}{dt}(\hat{L}(t) \cdot \hat{M}(t))\pi$.

50. Найти коммутаторы операторов координат момента импульса и импульса.

51. Показать, что в любом стационарном состоянии среднее значение импульса должно равняться нулю.

52. Найти вид оператора скорости $\hat{v} = \hat{r} \dot{\hat{r}}$ заряженной без спиновой частицы, находящейся в произвольном электромагнитном поле.

53. Определить состояние, в котором средняя энергия гармонического осциллятора равна $\hbar\omega$.

54. Квантовая частица находится в основном состоянии линейного гармонического осциллятора. Найти вероятность пребывания этой частицы в области, запрещенной для классического движения.

55. Проверить выполнение соотношения неопределенности для координаты и импульса частицы, совершающей линейные гармонические колебания.

56. Как изменятся разрешенные значения энергии заряженного квантового гармонического осциллятора, если поместить его в постоянное, однородное электрическое поле. Сравнить точный ответ с первой поправкой к осцилляторным уровням энергии, если поле рассматривать как возмущение.

57. Для квантовой частицы, находящейся в «бесконечно глубокой потенциальной яме» в первом возбужденном состоянии определить среднюю кинетическую энергию и средне квадратичное отклонение от этого значения.

58. Состояние частицы, находящейся в «бесконечно глубокой потенциальной яме» ширины a ($0 < x < a$), в начальный момент времени имеет вид

$$\Psi(x, t = 0) = A \cdot \sin^3 \frac{\pi x}{a}.$$

Найти волновую функцию в произвольный момент времени. (Указание: $4 \cdot \sin^3 \alpha = 3 \cdot \sin \alpha - \sin 3\alpha$).

59. Определить коэффициент прозрачности потенциального барьера

$$V(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ V_0, & 0 \leq x \leq a \\ V_1, & x > a \end{cases}$$

для частиц массой m , движущихся к нему слева с энергией E ($V_1 < E < V_0$).

60. Используя вариационный метод, найти энергию и волновые функции основного и первого возбужденного состояния частицы массы m , находящейся в потенциальном поле $V(x) = C|x|$, где C - const.

61. Линейный заряженный гармонический осциллятор подвергается воздействию однородного электрического поля, изменяющегося во времени по закону $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 \cdot \exp[-(t/\tau)^2]$. Считая, что до включения поля (при $t \rightarrow -\infty$) осциллятор находился в n -ом стационарном состоянии, найти в первом порядке теории возмущений вероятность того, что он и останется в этом же состоянии и при $t \rightarrow \infty$.

62. Рассчитать энергию расщепление первого возбужденного состояния атома водорода, обусловленное неточечностью протона. (Протон считать равномерно заряженным шаром, радиуса r_0).

63. Определить состояние, в котором атом водорода с энергией $E_2 = -\frac{R}{4}$, где R - постоянная Ридберга, имеет максимальный дипольный момент.

64. Оценить коэффициент прозрачности потенциального барьера вида

$$V(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ V_0 \cdot \left(1 - \frac{x}{a}\right), & x > 0. \end{cases}$$

(Обсудить случай медленных частиц $E \rightarrow 0$).

1.3 Содержание самостоятельной работы

В самостоятельную работу включается: подготовка к практическим занятиям, контрольным работам и экзамену, самостоятельное изучение некоторых вопросов (тем), написание реферата.

1.3.1 Вопросы для подготовки к практическим (семинарским) занятиям

Тема 1. Физические основы квантовой механики

1. Каковы соотношения де Бройля? Что такое волна де Бройля? Как определяется групповая и фазовая скорость? Как строится волновой пакет?

2. Что такое интенсивность волн де Бройля? Чему пропорциональна? Запишите вероятность местонахождения частицы и плотность вероятности через волновую функцию. Дайте определение нормировки волновой функции.

3. Сформулируйте принцип суперпозиции. Запишите волновое поле ψ в виде суперпозиции волн де Бройля.

4. Дайте определение плотности вероятности импульса микрочастицы. Приведите формулы средних значений функций от координат и функций от импульсов.

5. Постройте волновой пакет. Приведите соотношение между размером волнового пакета и изменением волнового вектора. Напишите приближенное соотношение неопределенностей. Дайте строгий вывод соотношения между средними квадратичными отклонениями (соотношения неопределенностей). Какова физическая трактовка?

6. Что такое квантовый ансамбль частиц? Определите чистый и смешанный ансамбли.

7. Какова роль измерительного прибора? Измерение в квантовой механике.

Тема 2. Изменение состояния во времени

1. Как связаны между собой волновые функции в различные моменты времени? Определяет ли полностью волновая функция динамическое состояние системы? Каков вид оператора смещения во времени?

2. В каком виде постулируется оператор смещения во времени? Каким уравнением определяется развитие волновой функции во времени? Выпишите уравнение Шредингера и дайте характеристику этого уравнения.

3. Определение полного набора переменных. Коммутируют ли операторы из полного набора? Имеют ли они одинаковые собственные функции?

4. Выпишите уравнение непрерывности. Какие величины оно связывает? Как нужно трактовать это уравнение?

5. Если гамильтониан не зависит от времени, можно ли разделить переменные в уравнении Шредингера? Напишите уравнение на собственные значения гамильтониана (стационарное уравнение Шредингера). Какова структура волновых функций?

6. Как определяется производная по времени оператора? Выпишите квантовую скобку Пуассона. Свойства скобок Пуассона.

7. Уравнения движения для оператора координат и оператора импульса. Выпишите квантовые уравнения Гамильтона. Теоремы Эренфеста. Сформулируйте квантовое уравнение Ньютона для средних. В каких случаях полная энергия является интегралом движения?

Тема 3. Математический аппарат квантовой механики

1. Дайте определение линейного оператора и линейного самосопряженного оператора. Какие свойства имеют операторы? Как определяется среднее значение функций от координат и импульсов? Что такое алгебра некоммутирующих величин?

2. Какова основная идея применения операторов в квантовой механике? Сформулируйте постулат о соответствии между величинами и операторами. Запишите выражение для среднего значения величины через оператор и волновую функцию. Запишите среднее квадратичное отклонение оператора.

3. Напишите формулу для среднего значения и среднего квадратичного отклонения в состояниях, где величина имеет точное значение. Напишите уравнение для собственных значений и собственных функций. Определите собственные значения и собственные функции оператора.

4. Приведите свойства волновых функций.

5. Дайте формулировку постулата о соответствии собственных значений и результатов измерений физической величины. Дайте характеристики спектров операторов. Какие величины изображают самосопряженные операторы?

6. Сформулируйте теорему об ортогональности собственных волновых функций. Напишите формулу о разложении в ряд по собственным функциям.

7. Чему равна вероятность найти значение механической величины? Сформулируйте условия возможности одновременного измерения разных механических величин.

8. Определите наборы динамических переменных. Выпишите перестановочные соотношения Гейзенберга. В чем фундаментальный смысл этих соотношений? Какой вид оператора импульса в координатном представлении?

9. Напишите в явном виде оператор момента импульса. Коммутируют ли проекции момента импульса между собой? Выпишите соотношения коммутации для проекций момента. Какой оператор коммутирует со всеми проекциями момента?

10. Выпишите в явном виде проекции оператора момента импульса в сферической системе координат. Напишите уравнение на собственные значения для квадрата момента импульса. Чему равны эти значения? В каких функциях записываются решения этого уравнения?

11. Каков вид оператора кинетической энергии? Напишите уравнение на собственные значения в декартовой и сферической системе координат. Какие решения имеет это уравнение? Чему равен оператор полной энергии?

12. Каковы правила написания оператора функции Гамильтона? В каких случаях он совпадает с полной энергией?

Тема 4. Основы теории представлений

1. Какие представления есть? Выпишите волновые функции в различных представлениях. Как выглядит переход от «Е» - представления к «х» - представлению?

2. Сформулируйте идею записи оператора, в каком либо представлении. Матричное представление оператора. Какой матрицей изображается самосопряженный оператор? Действия над матрицами. Вид операторов координаты и импульса в различных представлениях.

3. Определите среднее значение величины через матрицу оператора. Какой матрицей изображается величина в своем собственном представлении?

4. Получите уравнение Шредингера в матричном виде. Определите производную оператора в матричном виде через матричные элементы скобки Пуассона.

5. Определение унитарного преобразования. Выпишите формулу перехода от одного представления к другому через унитарную матрицу. Свойства унитарных матриц.

6. Определение матрицы рассеяния. Что определяют матричные элементы матрицы рассеяния? Вероятности квантовых переходов.

7. Дайте краткие характеристики представлениям Шредингера, Гейзенберга, взаимодействия.

1.3.2 Темы рефератов

1 Квантово-полевая картина мира.

2 Возникновение и развитие квантовой физики.

3 Единая квантовая теория.

4 Основные квантово-механические принципы.

5 Принцип неопределенности Гейзенберга.

6 Квантовая физика как новый этап изучения природы

7 Хаос, необратимость времени и брюссельская интерпретация квантовой механики.

8 Квантовые свойства макроскопических объектов.

9 Принцип неопределенности Гейзенберга.

10 Парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена.

1.3.3 Рекомендуемая литература

1. Парфенов П.С. Квантовая механика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие к практикуму по квантовой физике / П.С. Парфенов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2012. — 133 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66502.html>

2. Левичев В.В. Основы квантовой механики в простейших задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Левичев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2014. — 38 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67477.html>

3. Шпольский, Э.В. Атомная физика. Том 2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 442 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=443

4. Магазинников, А.Л. Введение в квантовую механику [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Л.Магазинников, В.А. Мухачев— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 112 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13860>

5. Ведринский Р.В. Квантовая механика [Электронный ресурс]: учебник/ Ведринский Р.В.— Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2009.— 384 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46976> .

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

2.1 Общие рекомендации по организации работы на лекции

Очень важным является умение правильно конспектировать лекционный материал и работать с ним. Ниже приведены *рекомендации студенту по конспектированию лекций и дальнейшей работе с записями*.

1. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к практическим (семинарским) занятиям и экзаменам. Возможно ее сочетание с записями по практическим занятиям, иллюстрирующим применение теоретических законов и соотношений в решении практических задач.

2. Конспект должен легко восприниматься зрительно (чтобы максимально использовать «зрительную» память), поэтому он должен быть аккуратным. Выделяйте заголовки, отделите один вопрос от другого, соблюдайте абзацы, подчеркните термины.

3. При прослушивании лекции обращайтесь внимание на интонацию лектора и вводные слова «таким образом», «итак», «необходимо отметить» и т.п., которыми он акцентирует наиболее важные моменты. Не забывайте пометать это при конспектировании.

4. Не пытайтесь записывать каждое слово лектора, иначе потеряете основную нить изложения и начнете писать автоматически, не вникая в смысл. Техника прочтения лекций преподавателем такова, что он повторяет свою мысль два-три раза. Постарайтесь вначале понять ее, а затем записать, используя сокращения. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе: формулировки определений и законов, выводы основных уравнений и формул, то, что старается выделить лектор, на чем акцентирует внимание студентов. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. Научитесь в процессе лекции разбивать текст на смысловые части и заменять их содержание короткими фразами и формулировками. Более подробно записывайте основную информацию и кратко – дополнительную.

5. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками, используя при этом общепринятую в данном разделе физики аббревиатуру и систему сокращений. Придумайте собственную систему сокращений, аббревиатур и символов, удобную только вам (но не забудьте сделать словарь, иначе существует угроза не расшифровать текст). Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

6. Конспектируя лекцию, надо оставлять поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места. Полезно после каждой лекции оставлять одну страницу свободной, она потребуется при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников: чертежи, графики, схемы, и т.п.

7. После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Насколько эффективно студент это сделает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать. В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать опорные конспекты, учебники и учебные пособия.

2.2 Общие рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практическое занятие – вид учебных занятий, направленное на приобретение первоначальных практических навыков в решении различного вида задач в рамках изучаемой темы. А умение решать задачи – важный критерий усвоения теоретического материала. Практические занятия по решению задач существенно дополняют лекции по физике.

В процессе анализа и решения задач студенты расширяют и углубляют знания, полученные из лекционного курса и учебников, учатся глубже понимать физические законы и формулы, разбираться в их особенностях, границах применения, приобретают умение применять общие закономерности к конкретным случаям. В процессе решения задач вырабатываются навыки вычислений, работы со

справочной литературой, таблицами и другими источниками. Решение задач не только способствует закреплению знаний и тренировке в применении изучаемых законов, но и формирует особый стиль умственной деятельности, особый метод подхода к физическим явлениям. Последнее тесным образом связано с методологией физики как науки.

На практических занятиях используются несколько видов задач и планы их решения:

- 1) задачи для закрепления и контроля знаний;
- 2) задачи для демонстрации практического применения тех или иных законов;
- 3) нестандартные задачи и задачи повышенной сложности.

Несмотря на различие в видах задач, их решение можно проводить по следующему общему плану (некоторые пункты плана могут выпадать в некоторых конкретных случаях):

- 1) прочесть внимательно условие задачи;
- 2) посмотреть, все ли термины в условиях задачи известны и понятны (при затруднениях в интерпретации следует обратиться к учебнику, посмотреть решения предыдущих задач, проконсультироваться с преподавателем);
- 3) записать в сокращенном виде условие задачи;
- 4) сделать чертёж, если это необходимо (при наличии векторных величин и применении для решения задачи законов формулируемых в векторной форме, например закона сохранения импульса);
- 5) произвести анализ задачи, вскрыть её физический смысл, установить, какие физические законы и соотношения могут быть использованы при решении данной задачи;
- 6) составить уравнения, связывающие физические величины, которые характеризуют рассматриваемые явления с количественной стороны;
- 7) решить эти уравнения относительно неизвестных величин, получить ответ в общем виде. Прежде чем переходить к численным значениям, полезно провести

анализ этого решения, он поможет вскрыть такие свойства рассматриваемого явления, которые не видны в численном ответе;

8) перевести количественные величины в общепринятую систему единиц (СИ), найти численный результат;

9) проанализировать полученный ответ, выяснить, как изменяется искомая величина при изменении других величин, функцией которых она является, исследовать предельные случаи.

2.3 Общие рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы

В высшей школе студент должен прежде всего сформировать потребность в знаниях и научиться учиться, приобрести навыки самостоятельной работы, необходимые для непрерывного самосовершенствования, развития профессиональных и интеллектуальных способностей. Самостоятельная работа – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей.

При изучении дисциплин модуля «Общая физика» в самостоятельную внеаудиторную работу могут включаться следующие виды деятельности:

<i>для овладения знаниями</i>	<i>для закрепления и систематизации знаний</i>	<i>для формирования умений</i>
чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы)	работа с конспектом лекции	решение задач и упражнений по образцу
составление плана текста	повторная работа над учебным материалом	решение вариантов задач и упражнений
конспектирование текста	составление таблиц для систематизации учебного материала	выполнение расчетно-графических работ
работа со словарями и справочниками	изучение нормативных материалов	решение ситуационных профессиональных задач
работа с нормативными документами	ответы на контрольные вопросы	подготовка к выполнению физического эксперимента
научно-исследовательская работа	аналитическая обработка текста	проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности

использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники, Интернет и др.	подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции	подготовка докладов по темам
создание мультимедийных презентаций	подготовка рефератов, докладов	рефлексивный анализ профессиональных умений, с использованием мультимедийной техники

Ниже представлены рекомендации по организации работы по основным видам самостоятельной внеаудиторной деятельности студентов по дисциплине.

2.3.1 Работа с учебно-методическим и информационным обеспечением

Умение работать с литературой означает научиться осмысленно пользоваться учебно-методическим и другим информационным обеспечением дисциплины. Прежде чем приступить к чтению, необходимо запомнить или записать выходные данные издания: автор, название, издательство, год издания, название интересующих глав.

Содержание (оглавление) дает представление о системе изложения ключевых положений всей публикации и помогает найти нужные сведения.

Предисловие или введение книги поможет установить, на кого рассчитана данная публикация, какие задачи ставил перед собой автор, содержится краткая информация о содержании глав работы. Иногда полезно после этого посмотреть послесловие или заключение. Это помогает составить представление о степени достоверности или научности данной книги.

Изучение научной учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект. Такие записи удлиняют процесс проработки, изучения книги, но способствуют ее лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал. При изучении литературы особое внимание следует обращать на новые термины и понятия. Записи позволяют восстановить в памяти ранее прочитанное без дополнительного обращения к самой книге.

Процесс изучения дисциплины предполагает также активное использование информационных технологий при организации своей познавательной деятельности.

Наличие огромного количества материалов в Сети и специализированных поисковых машин делает Интернет незаменимым средством при поиске информации в процессе обучения. Однако при использовании Интернет-ресурсов следует учитывать следующие рекомендации: необходимо критически относиться к информации; следует научиться обрабатывать большие объемы информации, представленные в источниках, уметь видеть сильные и слабые стороны, выделять из представленного материала наиболее существенную часть; необходимо избегать плагиата, поэтому, если текст источника остается без изменения, необходимо сделать ссылки на автора работы.

2.3.2 Подготовка к практическим занятиям

При подготовке к практическому занятию студент должен проработать теоретический материал, относящийся к теме занятия. Следует изучить конспект лекции, а также конспект материала самостоятельного изучения темы или дополнительные рекомендованные преподавателем материалы. При этом необходимо выяснить физический смысл всех величин, встречающихся в конспекте лекций по данному вопросу.

При подготовке к практическому занятию студенту рекомендуется использовать лекционный материал и учебную литературу, откуда в отдельную тетрадь выписать:

- основные законы, условия их выполнения;
- пояснить физический смысл величин, входящих в закон, обозначить единицы измерения;
- привести графические иллюстрации, поясняющие физический смысл величин, входящих в закон;
- численные значения постоянных, входящих в математическую формулу закона;
- кратко перечислить практические случаи применения закона.

Такая подготовка способствует успешному ответу в ходе *письменного опроса*, который проводится преподавателем для закрепления изучаемого материала, а также при решении задач на практическом занятии.

2.3.3 Выполнение домашних и расчетно-графических работ

Для успешного решения домашних задач и расчетно-графических работ необходимо просмотреть записи решений задач, выполненных в аудитории. Приступая к решению любой задачи, следует придерживаться рекомендаций, приведенных в пункте 1.2.

Домашнее задание выполняется в тетради для практических занятий, а и расчетно-графические работы оформляются на отдельных листах формата А4. На одном листе пишется полностью условие задачи, краткое условие, решение; чертежи выполняются аккуратно с использованием чертежных инструментов. Все численные данные переводятся в систему СИ. В конце пишется ответ.

2.3.4 Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем

Для подготовки конспекта рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу.

При написании конспекта придерживайтесь следующих рекомендаций.

1. Прежде чем приступить к чтению, необходимо записать выходные данные издания: автор, название, издательство, год издания.

2. Внимательно прочитайте текст.

3. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.

4. Выделите главное, составьте план.

5. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.

6. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана.

При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты, учитывайте лаконичность, значимость мысли. В тексте конспекта желательно приводить не только те-

зисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения.

2.3.5 Подготовка к текущему и промежуточному контролю

Подготовка к коллоквиуму. Коллоквиум – одна из форм контроля полученных теоретических знаний. Коллоквиум это вид занятия, на котором обсуждаются отдельные части, разделы, темы, вопросы изучаемого курса.

При подготовке к коллоквиуму следует, прежде всего, просмотреть конспект лекций и отметить в нем имеющиеся вопросы коллоквиума. Если какие-то вопросы вынесены преподавателем на самостоятельное изучение, следует обратиться к учебной литературе, рекомендованной преподавателем.

Для лучшего усвоения основных физических законов рекомендуется прописывать формулировки и их математические интерпретации (формулы) несколько раз на отдельном листе, а затем воспроизводить в контексте ответа на вопрос.

Для самопроверки рекомендуется провести следующий опыт: при закрытой тетради и т.п., положив перед собой список вопросов для подготовки к коллоквиуму, попытаться ответить на любые вопросы из этого списка.

Подготовка к контрольной работе. Контрольная работа направлена на проверку умений студентов применять полученные теоретические знания в отношении определенной конкретной задачи.

Подготовка к контрольной работе включает: повторение теоретического материала по тематике контрольной работы. Особое внимание следует уделить запоминанию основных законов и примеров их применения. Для этого следует еще раз рассмотреть решения задач, которые рассматривались на практических занятиях и при решении домашних заданий или выполнении расчетно-графических работ.

Подготовка к тестированию. В современном образовательном процессе тестирование как новая форма оценки знаний занимает важное место.

При подготовке к тесту следует, прежде всего, просмотреть конспект лекций и практических занятий и отметить в них имеющиеся темы и практические задания, относящиеся к тематике теста. Особо следует уделить внимание содержанию

тем заданных на самостоятельное изучение, так как часть вопросов в тестах может относиться именно к этим темам. Если какие – то лекционные вопросы и практические задания на определенные темы не были разобраны на занятиях (или решения которых оказались не понятыми), следует обратиться к учебной литературе, рекомендованной преподавателем. Полезно самостоятельно решить несколько типичных заданий по соответствующему разделу.

При подготовке к тесту не следует просто заучивать, необходимо понять логику изложенного материала. Этому немало способствует составление развернутого плана, таблиц, схем. Как и любая другая форма подготовки к контролю знаний, тестирование имеет ряд особенностей, знание которых помогает успешно выполнить тест.

Можно дать следующие методические рекомендации:

- прежде всего, следует внимательно изучить структуру теста, оценить объем времени, выделяемого на данный тест, увидеть, какого типа задания в нем содержатся, что поможет настроиться на работу;

- лучше начинать отвечать на те вопросы, в правильности решения которых нет сомнений, пока не останавливаясь на тех, которые могут вызвать долгие раздумья, что позволит успокоиться и сосредоточиться на выполнении более трудных вопросов;

- очень важно всегда внимательно читать задания до конца, не пытаясь понять условия «по первым словам» или выполнив подобные задания в предыдущих тестированиях, так как такая спешка нередко приводит к досадным ошибкам в самых легких вопросах;

- если Вы не знаете ответа на вопрос или не уверены в правильности, следует пропустить его и отметить, чтобы потом к нему вернуться;

- думайте только о текущем задании, необходимо концентрироваться на данном вопросе и находить решения, подходящие именно к нему;

- многие задания можно быстрее решить, если не искать сразу правильный вариант ответа, а последовательно исключать те, которые явно не подходят, что

позволяет в итоге сконцентрировать внимание на одном-двух вероятных вариантах;

– рассчитывать выполнение заданий нужно всегда так, чтобы осталось время на проверку и доработку (примерно 1/3-1/4 запланированного времени), что позволит свести к минимуму вероятность опусок и сэкономить время, чтобы набрать максимум баллов на легких заданиях и сосредоточиться на решении более трудных, которые вначале пришлось пропустить;

– процесс угадывания правильных ответов желательно свести к минимуму, так как это чревато тем, что Вы забудете о главном: умении использовать имеющиеся накопленные в учебном процессе знания, и будете надеяться на удачу.

Подготовка к промежуточной аттестации. Формами промежуточной аттестации (контроля) являются экзамен и зачет. Экзамен (зачет) может проводиться в виде письменного опроса с последующим собеседованием или с применением тестирования.

Основная цель подготовки к экзамену (зачету) – достичь понимания физических законов и явлений, а не только механически заучить материал. Рекомендации по подготовке к экзаменационному (зачетному) тесту представлены выше.

Подготовка к устной сдаче экзамена (зачета) включает в себя несколько основных этапов:

- просмотр программы учебного курса;
- определение необходимых для подготовки источников (учебников, дополнительной литературы и т.д.) и их изучение;
- использование конспектов лекций, материалов практических занятий;
- консультирование у преподавателя.

Для успешной сдачи экзамена рекомендуется соблюдать несколько правил.

1. Подготовка к экзамену (зачету) начинается с первого занятия по дисциплине, на котором аспиранты получают общую установку преподавателя и перечень основных требований к текущей и промежуточной аттестации. При этом важно с самого начала планомерно осваивать материал, руководствуясь, прежде

всего перечнем вопросов к экзамену, конспектировать важные для решения учебных задач источники.

2. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена (зачета). В течение этого времени нужно успеть повторить и систематизировать изученный материал.

3. За несколько дней перед экзаменом (зачетом) распределите вопросы равномерно на все дни подготовки, возможно, выделив последний день на краткий повтор всего курса.

4. Каждый вопрос следует проработать по конспекту лекций, по учебнику или учебному пособию. В процессе подготовки к экзамену (зачету) при изучении того или иного физического закона, кроме формулировки и математической записи закона, следует обратить внимание на опыты, которые обнаруживают этот закон и подтверждают его справедливость, границы и условия его применимости.

Для лучшего запоминания материала целесообразно работать с карандашом в руках, записывая выводимые формулы, изображая рисунки, схемы и диаграммы в отдельной тетради или на листах бумаги.

5. После повтора каждого вопроса нужно, закрыв конспект и учебники, самостоятельно вывести формулы, воспроизвести иллюстративный материал с последующей самопроверкой.

6. Все трудные и не полностью понятые вопросы следует выписывать на отдельный лист бумаги, с последующим уточнением ответов на них у преподавателя на консультации.

7. При ответе на вопросы билета студент должен продемонстрировать знание теоретического материала и умение применить при анализе качественных и количественных задач. Изложение материала должно быть четким, кратким и аргументированным.

2.3.6 Подготовка к другим видам работ

Подготовка реферата. Цель реферата – раскрыть предложенную тему путем приведения каких-либо аргументов. Реферат не может содержать много идей. Он отражает только один вариант размышлений и развивает его. При написании ре-

ферата старайтесь четко отвечать на поставленный вопрос и не отклоняйтесь от темы.

Написание реферата предполагает изложение самостоятельных рассуждений по теме, выбранной студентом и связанной с тематикой курса.

Прежде чем приступить к написанию реферата, проанализируйте имеющуюся у вас информацию, а затем составьте тезисный план. рекомендуется придерживаться следующей структуры реферата: введение, основная часть (развитие темы), заключение, библиографический список.

Введение должно включать краткое изложение вашего понимания и подход к теме реферата.

Основная часть предполагает развитие структурированной аргументации и анализа по теме, а также их логическое обоснование исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. Следует избегать повторов.

Необходимо писать коротко, четко и ясно, придерживаясь следующих требований:

- структурно выделять разделы и подразделы работы;
- логично излагать материал;
- обосновывать выводы;
- приветствуется оригинальность выводов;
- отсутствие лишнего материала, не имеющего отношение к работе;
- способность построить и доказать вашу позицию по определенным проблемам на основе приобретенных вами знаний;
- аргументированное раскрытие темы на основе собранного материала.

Заключение. В этом разделе должна содержаться информация о том, насколько удалось достичь поставленной цели. Эта часть реферата может представлять собой основные выводы по каждому разделу основной части реферата, в ней отмечается значимость выполненной работы, предложения по возможному практическому использованию результатов работы и целесообразность ее продолжения.

Библиографический список должен содержать только те источники информации, которые имеют прямое отношение к работе и использованы в ней. Библиографический список должен быть составлен в соответствии со стандартом организации по оформлению учебных работ (СТО СМК) АмГУ.

Подготовка презентации и доклада. Доклад – сообщение по выбранной теме. Любое устное выступление должно удовлетворять *трем основным критериям*, которые в конечном итоге и приводят к успеху:

это критерий правильности, т.е. соответствия языковым нормам;

критерий смысловой адекватности, т.е. соответствия содержания выступления реальности;

критерий эффективности, т.е. соответствия достигнутых результатов поставленной цели.

Докладчик должен знать и уметь: сообщать новую информацию, использовать технические средства, хорошо ориентироваться в теме, отвечать на заданные вопросы, четко выполнять установленный регламент.

Работа по подготовке устного выступления начинается с формулировки темы. Само выступление должно состоять из трех частей – вступления (10-15% общего времени), основной части (60-70%) и заключения (20-25%).

Вступление включает в себя представление авторов, название доклада, цель, задачи, актуальность темы, четкое определение стержневой идеи.

Основная часть. Раскрывается суть затронутой темы – строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно материала для раскрытия темы. План развития основной части должен быть ясным. Должно быть отобрано оптимальное количество фактов и необходимых примеров. Логическая структура строится с помощью наглядных пособий, визуальных материалов (презентаций).

Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Для подготовки презентации рекомендуется использовать: PowerPoint, MSWord, AcrobatReader, LaTeX-овский пакет beamer. Компью-

терную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS PowerPoint.

Для подготовки презентации необходимо собрать и обработать начальную информацию. Рекомендуется придерживаться следующей последовательности подготовки презентации.

1. Четко сформулировать цель, задачи и актуальность выбранной темы.

2. Определить формат презентации.

3. Отобрать всю содержательную часть для презентации и выстроить логическую цепочку подачи информации. Обязательная информация для презентации: тема, фамилия и инициалы выступающего (на первом слайде), краткие выводы по теме доклада (на завершающем слайде).

4. Определить ключевые моменты и содержание текста и выделить их.

5. Определить виды визуализации (иллюстрации, таблицы, графики, диаграммы и т.д.) для отображения их на слайдах в соответствии с логикой, целью и спецификой информации.

6. Подобрать дизайн и форматировать слайды (количество картинок и текста, их расположение, цвет и размер). Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации, она должна содержать минимум текста, максимум изображений, несущих смысловую нагрузку, выглядеть наглядно и просто. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24, для информации - для информации не менее 18. Яркие краски, сложные цветные построения, излишняя анимация, выпрыгивающий текст или иллюстрация — не самое лучшее дополнение к научному докладу. Таблицы и диаграммы размещаются на светлом или белом фоне. Также нежелательны звуковые эффекты в ходе демонстрации презентации. Для лучшей ориентации в презентации по ходу выступления лучше пронумеровать слайды. Рекомендованное общее число слайдов в презентации от 17 до 22.

7. Проверить визуальное восприятие презентации.

8. После подготовки презентации необходима репетиция выступления для согласования текста доклада и предоставляемой в презентации визуальной информации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. 7-е изд., стер., - СПб.: Лань, - 2004. – 664с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика в 10-и томах. Т. 3: Квантовая механика. – М.: Физматлит, 2008.-800с.
3. Мартинсон Л. К., Смирнов Е. В. Квантовая физика: Учебное пособие.- М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009.-528с.
4. Флюгге З. Задачи по квантовой механике. Т1, Т2: Учебное пособие.- М.: ЛКИ/УРСС, 2008.-664с.
5. Рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.М. Емышева [и др.].– Москва: Изд-во РГТУ, 2013.– 125 с. – Режим доступа:
<https://www.rsuh.ru/upload/iblock/c70/c70c10002f5932ab48798aae10f5a351.do>
6. Методические рекомендации при подготовке к занятиям по физике (лекциям практике, решения задач, лабораторным работам) [Электронный ресурс]: учебно-метод. пособие / Е. А. Попкова.– Рыбинск: ООО Изд-во «РМП», 2009. – 54 с. – Режим доступа: <http://www.rsatu.ru/sites/physics/?doc=1491334469>
7. Лызь, Н.А. Тенденции развития высшего образования [Электронный ресурс]: учебно-метод. пособие / Н.А Лызь, А.Е. Лызь. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. – 48 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/2332317/>

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Содержание дисциплины	5
1.1 Краткое содержание курса лекций	5
1.2 Темы практических (семинарских) занятий	6
1.2.1 Задачи для практических занятий и самостоятельного решения	7
1.3 Содержание самостоятельной работы	13
1.3.1 Вопросы для подготовки к практическим (семинарским) занятиям	13
1.3.2 Темы рефератов	17
1.3.3 Рекомендуемая литература	17
2. Организация занятий по дисциплине	19
2.1 Общие рекомендации по организации работы на лекции	19
2.2 Общие рекомендации по подготовке к практическим занятиям	20
2.3 Общие рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы	22
2.3.1 Работа с учебно-методическим и информационным обеспечением	23
2.3.2 Подготовка к практическим занятиям	24
2.3.3 Выполнение домашних и расчетно-графических работ	25
2.3.4 Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем	25
2.3.5 Подготовка к текущему и промежуточному контролю	26
2.3.6 Подготовка к другим видам работ	29
Библиографический список	34

Оксана Васильевна Зотова,
доцент кафедры физики АмГУ, канд. физ.-мат. наук;