

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

ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА
сборник учебно-методических материалов
для направления подготовки
03.03.02 - Физика

Благовещенск 2017

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
инженерно-физического факультета
Амурского государственного
университета*

Составитель: И.А. Голубева

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

© Амурский государственный университет, 2017

© Кафедра физики, 2017

© И.А. Голубева, составление

ВВЕДЕНИЕ

Кинетика описывает процессы, происходящие в неравновесных системах. Кинетические явления более чувствительны к детальному устройству конкретных систем по сравнению с равновесными процессами, хотя бы просто потому, что равновесное состояние, как правило, одно, тогда как имеется огромное число способов вывода системы из равновесия и последующей ее релаксации к равновесию.

Кинетические явления, которые описываются достаточно универсальным способом, дают возможность использовать методы для широкого круга физических систем. В некоторых случаях возмущение, выводящее систему из равновесия, воздействует на индивидуальные частицы (в качестве примера можно привести возникновение электрического тока в разреженной системе под действием постоянного электрического поля). В других случаях возбуждаются коллективные движения в системе сильно взаимодействующих частиц.

Изначально рассматривается кинетика коллективных возбуждений, таких как волновые процессы, характерных для многих физических систем. В качестве примера можно привести звуковые волны в различных средах, волны на поверхности воды, волны намагниченности в ферромагнетиках, волны в плазме и т. д. Замечательно, что волновые движения в различных средах могут быть описаны с помощью гамильтонова формализма. Для небольших амплитуд волны ведут себя независимо друг от друга. При увеличении амплитуды волн возникает их слабое взаимодействие вследствие различного рода нелинейных эффектов. Гамильтонов формализм допускает описание волновых процессов в терминах числа волн (чисел заполнения). Слабость нелинейного взаимодействия позволяет последовательно, в рамках теории возмущений, вывести кинетическое уравнение, описывающее эволюцию числа волн. С помощью кинетического уравнения можно рассматривать, например, процессы релаксации начального волнового возбуждения или находить стационарные неравновесные спектры, аналогичные колмогоровскому спектру в развитой гидродинамической турбулентности.

1 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Краткое содержание курса лекций

Тема 1. Понятие случайного процесса.

Сводка основных терминов и свойств случайных величин и функций распределения. Простые примеры случайных процессов. Классификация случайных общих процессов.

Тема 2. Поток событий Пуассона.

Порядковые статистики и их связь с пуассоновскими процессами. Задача о баллотировке. Эмпирические функции распределения и порядковые статистики. Некоторые предельные распределения эмпирических функций.

Тема 3. Однородные цепи Маркова.

Порядковые статистики и их связь с пуассоновскими процессами. Задача о баллотировке. Эмпирические функции распределения и порядковые статистики. Некоторые предельные распределения эмпирических функций.

Тема 4. Марковские случайные процессы.

Дискретное уравнение восстановления. Вероятности поглощения. Критерии возвратности. Связь между собственными значениями и классами возвратных состояний. Специальные вычислительные методы для марковских цепей.

Тема 6. Цепочка уравнений Боголюбова.

Система одинаковых частиц. Единая кинетическая теория неоднородных газов и газовых смесей. Обоснование кинетической теории. Цепочка ББГКИ. Уравнение Ван – дер - Ваальса. Вириальные коэффициенты.

Уравнение Ланжевена. Приближение Лоренца. Цепь Маркова. Уравнение Смолуховского. Уравнение Фоккера-Планка. Случайные величины и процессы.

Тема 7. Случайные блуждания по прямой.

Непрерывность траекторий и их максимальные значения. Совместные вероятности для броуновского движения.

Тема 8. Винеровские процессы.

Ветвящиеся процессы с дискретным временем. Соотношения для производящей функции, описывающей ветвящийся процесс. Вероятности вырождения. Пре-

дельные теоремы для ветвящихся процессов с непрерывным временем. Ветвящиеся процессы, зависящие от времени.

Тема 9. Ветвящиеся процессы. Многомерные однородные пуассоновские процессы. Иммиграция и рост популяций. Вероятностные модели мутации и роста. Дискретная возрастная модель.

1.2 Содержание практических занятий

Практические занятия по курсу «Физическая кинетика» предназначены для формирования у студентов знаний в области данного курса, умений применять знания общего курса физики, высшей математики при решении профессиональных задач, возникающих перед исследователем, разработчиком конкретных физических моделей. На практические занятия выносятся наиболее важные разделы курса. На каждом занятии рассматривается несколько основных вопросов, согласно плану занятия.

Так же на практических занятиях осуществляется текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и темам курса в виде: коллоквиума (проверка знаний теоретического материала) и письменный опрос или контрольных работ (проверка знаний понятийного аппарата, основных законов и формул, решение задач).

1.2.1 Темы практических занятий

1. Задача расчета электронной статистической суммы и возможность выражения при не очень высоких температурах электронной статистической суммы основного состояния.
2. Неидеальные газы. Вывод уравнения Ван-дер-Ваальса. Формула Леннарда-Джонса.
3. Расчет конфигурационного интеграла в первом приближении метода Майера, групповые интегралы.
4. Примеры применения распределения Больцмана: статистическая совокупность линейных гармонических осцилляторов, электрическое поле около примесного иона в полупроводнике.

5. Ферми-газ элементарных частиц. Металлы и полупроводники. Вырожденный электронный газ.
6. Бозе-газ элементарных частиц. Черное излучение.
7. Статистика твердого состояния. Теория теплоемкости Дебая.
8. Энергетический спектр. Сверхтекучий ферми-газ. Термодинамические величины.
9. Флуктуации основных термодинамических величин. Броуновское движение. Распределение Гаусса для одного или нескольких величин.

1.2.2 Примеры задач для самостоятельного решения

1. Воспользовавшись распределением Больцмана, определить среднюю полную энергию для линейного гармонического осциллятора.
2. Получить выражение для потенциала электрического поля, создаваемого точечным положительным зарядом иона, окруженного облаком свободных электронов
3. Воспользовавшись каноническим распределением определить среднее значение составляющей магнитного момента атома вдоль направления магнитного поля **B**. Рассмотреть случай, когда спин каждого атома равен 1/2.
4. Рассмотрим идеальный газ, состоящий из N одноатомных молекул.
 - а) Напишите выражение для статистической суммы Z всего газа. Используя свойства экспоненциальной функции, покажите, что Z можно записать в виде $Z = (Z_0)^N$, где Z_0 – статистическая сумма отдельной молекулы.
 - б) Вычислите среднюю энергию газа. Покажите, что средняя энергия газа должна быть в N раз больше средней энергии молекулы.
 - в) Вычислите среднее давление газа.
5. Свободная энергия реального одноатомного газа, состоящего из N молекул,

$$F = F_{ид} + \frac{N^2 T B(T)}{V},$$

$$B(T) = \frac{1}{2} \int [1 - \exp(-U / kT)] dV$$

может быть представлена в виде:

где $F_{ид}$ – свободная энергия идеального газа.

где U - энергия взаимодействия молекул друг с другом.

а) Определить давление газа, функцию Гиббса Φ .

б) Определить $V(T)$ для газа, частицы которого отталкиваются друг от друга по закону $U = \alpha / r^n$ ($n > 3$).

6. При квантовомеханическом описании осциллятор характеризуется последовательностью дискретных состояний, обладающих энергией $E_n = (n + 1/2)\hbar\omega$,

(квантовое число $n = 0, 1, 2, 3, \dots$). Пусть гармонический осциллятор находится в тепловом равновесии с тепловым резервуаром при абсолютной температуре T .

а) Вычислить статистическую сумму Z такого осциллятора.

б) Найти выражение для средней энергии осциллятора.

в) Покажите на графике характер зависимости средней энергии E от температуры T .

г) Предположив, что температура настолько велика, что $kT \gg \hbar\omega$, определить предельное значение средней энергии. Как это значение зависит от T ? От ω ?

7. Двухатомный газ находится в тепловом равновесии при температуре T . Используя квантовомеханическое описание,

а) Найдите статистическую сумму $Z_{\text{вр}}$. Допустим, что T настолько велико, что $kT \gg \hbar^2/2I$ (I – момент инерции молекулы). Покажите, что в этом случае $Z_{\text{вр}}$ можно заменить интегралом, используя $u = j(j + 1)$ в качестве непрерывной функции ($j = 0, 1, 2, 3, \dots$ – вращательное квантовое число);

б) Вычислите среднюю энергию вращения двухатомной молекулы в указанном интервале температур.

8. Найти теплоемкости одномерного и двумерного кристаллов в модели Дебая.

9. Идеальный Ферми-газ при низкой температуре помещен в поле тяжести. Найти высоту центра тяжести столба газа над «полом» и его теплоемкость. Найти зависимость плотности газа от высоты при нулевой температуре и при температуре, близкой к нулю.

10. Идеальный Бозе-газ находится в поле $U = (1/2)m\omega^2 r^2$. Найти теплоемкость газа ниже точки Бозе-конденсации и скачок теплоемкости в этой точке.

1.2.3 Примерные задания для проведения контрольной работы

Вариант 1

1. Найти энергию Ферми электронного газа при абсолютном нуле температуры исходя из принципа Паули.
2. Определить температуру T_m , при которой на спектральный участок λ ; $\lambda+d\lambda$ приходится наибольшая относительная плотность излучения, так что эта плотность имеет максимум при длине волны λ или соответствующей ей частоте $\nu = c/\lambda$.
3. Показать, что как для классических, так и для квантовых нерелятивистских идеальных газов справедлива формула $pV=2/3U$, где p — давление, U — внутренняя энергия.

Вариант 2

1. Найти максимальную энергию частиц предельно плотного релятивистского электронного газа и определить плотность газа, при которой он становится ультрарелятивистским.
2. Показать, что число частиц невырожденного идеального газа в объеме V при температуре T значительно меньше числа состояний частицы.
3. Вычислить среднюю скорость электронов и давление электронного газа в металле при $T = 0 \text{ К}$. Концентрация электронов $5,8 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$.

Вариант 3

1. Найти выражение для температуры вырождения идеального газа и выяснить, классической или квантовой статистике при комнатных температурах подчиняются свободные электроны в проводнике, в котором плотность электронов $n = 10^{22} \text{ см}^{-3}$, и в полупроводнике (германии), в котором $n = 10^{14} \text{ см}^{-3}$.
2. Вычислить равновесное число фотонов в полости объема V при температуре T .
3. Характеристическая температура для колебаний атомов в молекуле кислорода $T_0 = 2240 \text{ К}$. Определить колебательную молекулярную теплоемкость кислорода при 27° С .

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.

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 обращайте внимание на интонацию лектора и вводные слова, которыми он акцентирует наиболее важные моменты.

4. 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.

5. Конспектируя лекцию, надо оставлять поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

6. После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. 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.

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.

Если предполагается представление теоретического материала на практическом (семинарском) занятии и обсуждение данного вопроса, то лучше использовать презентации в программе Power Point.

2.3 Общие рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы

В высшей школе студент должен, прежде всего, сформировать потребность в знаниях и научиться приобретать 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.

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

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

Основная цель подготовки к экзамену (зачету) – достичь понимания 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 (зачета) 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.

2.3.4 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 реферата 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 кратко, 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 отношения 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. Компьютерную 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. Рекомендуемое 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.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Содержание дисциплины	4
1.1 Краткое содержание курса лекций	4
1.2 Содержание практических занятий	5
1.2.1 Темы практических занятий	5
1.2.2 Примеры задач для самостоятельного решения	6
1.2.3 Примерные задания для проведения контрольной работы	8
2. Организация занятий по дисциплине	9
2.1 Общие рекомендации по организации работы на лекции	9
2.2 Общие рекомендации по подготовке к практическим занятиям	10
2.3 Общие рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы	10
2.3.1 Работа с учебно-методическим и информационным обеспечением	10
2.3.2 Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем	11
2.3.3 Подготовка к текущему и промежуточному контролю	12
2.3.4 Подготовка к другим видам работ	14

Ирина Анатольевна Голубева,

доцент кафедры физики АмГУ, канд. физ.-мат. наук