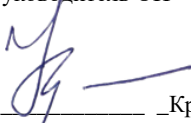




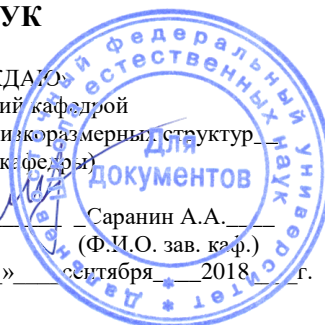
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
\_\_\_\_\_ Крайнова Г.С. \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О. рук.ОП)  
« 19 » \_\_\_\_\_ сентября \_\_\_\_\_ 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ физики низкоразмерных структур \_\_\_\_\_  
(название кафедры)  
\_\_\_\_\_ Саранин А.А. \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
« 19 » \_\_\_\_\_ сентября \_\_\_\_\_ 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Проект по механике и молекулярной физике

**Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»**

**Профиль Электроника и наноэлектроника**

**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 2

лекции 0 час

практические занятия 0 час

лабораторные работы 54 час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО лек. 0 / пр. 0 / лаб. 0 час.

самостоятельная работа 54 час.

в том числе на подготовку к экзамену 0 час

контрольные работы (количество) – не предусмотрено учебным планом

курсовая работа / курсовой проект – не предусмотрено учебным планом

зачет с оценкой 2 семестр

экзамен – не предусмотрено учебным планом

зачет – не предусмотрен учебным планом

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 № 12-13-235

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры \_физики низкоразмерных структур\_\_\_\_\_, протокол № 3 от «19» сентября 2018 г.

Заведующий (ая) кафедрой Саранин А.А.

Составитель (ли): к.ф.-м.н. Титов П.Л.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in 11.03.04 Electronics and Nanoelectronics**

**Course title: Project on mechanics and molecular physics**

**Basic part of Block, 3 credits**

### **Learning outcomes:**

GCC-13, ability to work in a team, tolerantly perceiving social and cultural differences;

GPC-1, the ability to represent the scientific picture of the world that is adequate to the modern level of knowledge based on knowledge of the main provisions, laws and methods of the natural sciences and mathematics;

GPC-5, ability to use basic techniques for processing and presenting experimental data.

### **Course description:**

This course is aimed at obtaining students the skills of writing a project on a physical experiment. In order to write a project, students need to understand the physical laws that describe specific phenomena of mechanics and molecular physics. This task assumes knowledge of theoretical material, as well as methods for calculating physical quantities, and deriving a working formula.

Studying the fundamentals of mechanics and molecular physics, conducting an experiment, and preparing theoretical calculations and conclusions are carried out in laboratory studies. It should be noted that the work of the student in this discipline implies creative independent work.

**The goal** is the acquisition by students of the skills of designing and creating complete schemes of a physical experiment.

### **Tasks:**

- mastering the practical skills of conducting physical experiments;
- mastering the primary skills of calculating measurement errors;
- mastering the practical skills of working with measuring devices.

### **Main course literature:**

1. Kuptsov P.V. Read and work. Tutorial on physics for university students. Mechanics, molecular physics, thermodynamics [Electronic resource]: a tutorial / Kuptsov P.V., Kuptsova A.V. — Electron. text data. Saratov: Saratov State Technical University named after Yu.A. Gagarin, DIA, 2017. — 123 p. — Access Mode: <http://www.iprbookshop.ru/76533.html>

2. Nikerov V.A. Physics for universities. Mechanics and Molecular Physics [Electronic resource]: textbook / Nikerov V.A. - Electron. text data. — M.: Dashkov and Co., 2015. — 136 p. — Access Mode: <http://www.iprbookshop.ru/14630.html>

3. Kaputkin D.E. Physics. Part 1. Mechanics. Molecular Physics [Electronic resource]: a textbook for practical exercises / Kaputkin D.E., Ptashinsky V.V., Rakhstadt Yu.A.— Electron. text data.— M.: Publishing House MISiS, 2014. — 135 p. — Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/56597.html>

**Form of final knowledge control:** pass with mark.

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина «Проект по механике и молекулярной физике» разработана для студентов 1 курса направления бакалавриата 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Электроника и наноэлектроника» в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов). Учебным планом предусмотрены лабораторные занятия (54 часа), самостоятельная работа студента (54 часа). Дисциплина «Проект по механике и молекулярной физике» входит в базовую часть профессионального цикла, реализуется на 1 курсе во 2 семестре.

Данный курс направлен на получение студентами умений написания проекта по физическому эксперименту. Для того чтобы написать проект, студентам необходимо разобраться в физических законах, описывающих конкретные явления механики и молекулярной физики. Данная задача предполагает знание теоретического материала, а также методов расчета физических величин, вывода рабочей формулы.

Изучение основ механики и молекулярной физики, проведение эксперимента, подготовка теоретических расчетов и выводов производится на лабораторных занятиях. Следует отметить, что работа учащегося по данной дисциплине предполагает творческую самостоятельную работу.

**Цель** – приобретение учащимися навыков проектирования и создания законченных схем физического эксперимента.

### **Задачи:**

- овладение практическими навыками проведения физических экспериментов;
- овладение первичными навыками расчета погрешностей измерений;
- овладение практическими навыками работы с измерительными приборами.

Дисциплина «Проект по механике и молекулярной физике» логически и содержательно связана с такими курсами, как «Избранные главы физики», «Механика и молекулярная физика», «Математический анализ».

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций):

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
ОК-13, способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия	Знает	способы работы в коллективе; принципы толерантности; конфессиональные и культурные различия
	Умеет	работать в коллективе с конфессиональными и культурными различиями
	Владеет	основной информацией об конфессиональных и культурных различиях
ОПК-1, способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Знает	формулировку и аналитический вид физических законов механики и молекулярной физики
	Умеет	получить конечную расчетную формулу для экспериментального определения физических величин
	Владеет	навыками экспериментального исследования и теоретического обоснования определения физических величин на основе знания основных физических законов и математического расчета
ОПК-5, способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	Знает	знает физические законы, их аналитический вид, методику обработки экспериментальных данных и подсчета ошибки
	Умеет	применять физические законы, методику обработки экспериментальных данных и подсчета ошибки
	Владеет	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных, подсчета ошибки при определении физических величин

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Модуль 1. Механика**

### **Тема 1. Основные представления специальной теории относительности**

Понятия пространства и времени, их относительность. Тело отсчета, системы отсчета. Понятие инерциальной и неинерциальной систем отсчета. Подвижные и неподвижные инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея, связывающие координаты точки относительно подвижной и неподвижной инерциальных систем отсчета. Поиски абсолютной системы отсчета. Гипотеза об эфире. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца и их следствия.

### **Тема 2. Кинематика материальной точки**

Понятия материальной точки, траектории. Способы задания положения точки и ее движения в декартовой системе отсчета. Перемещение. Путь. Связь перемещения с приращением радиус-вектора.

### **Тема 3. Кинематические характеристики материальной точки**

Скорость, ускорение, единицы их измерения. Нормальное (центростремительное), касательное (тангенциальное) и полное ускорения. Связь величины полного ускорения с величинами нормального и полного ускорений. Связь вектора полного ускорения с векторами нормального и касательного ускорений.

### **Тема 4. Кинематические уравнения равномерного и равнопеременного прямолинейного движений**

Равномерное и равнопеременное движение. Кинематические уравнения равнопеременного прямолинейного движения и равномерного.

Графики зависимости пути и скорости от времени для равнопеременного и равномерного прямолинейного движения.

### **Тема 5. Кинематика вращательного движения материальной точки**

Угловое перемещение, скорость и ускорение. Единицы их измерения. Кинематическое уравнение равнопеременного движения материальной точки по окружности. Связь величины полного ускорения движения материальной точки по окружности с угловой скоростью, угловым ускорением и радиусом движения материальной точки.

### **Тема 6. Динамика материальной точки. Закон сохранения импульса**

Взаимодействия и силы. Масса как мера инертности и гравитации. Импульс. Законы Ньютона. Прямые и обратные задачи. Свободное и несвободное движения. Понятие о силовом и однородном силовом полях. Движение тела в однородном силовом поле. Замкнутые и незамкнутые механические системы. Система материальных точек, ее импульс. Закон сохранения импульса системы материальных точек. Движение тел переменной массы. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

### **Тема 7. Энергия, работа, мощность. Закон сохранения механической энергии**

Работа. Энергия, Мощность. Потенциальная и кинетическая энергии. Потенциальные (консервативные) силы. Потенциальная энергия сил упругости. Связь между потенциальной силой и потенциальной энергией. Закон сохранения энергии в механике. Упругие и неупругие столкновения (самостоятельно).

### **Тема 8. Движение в поле тяготения**

Законы Кеплера. Сила взаимодействия между Солнцем и планетами солнечной системы (решение обратной задачи). Закон тяготения Ньютона.



Опыт Кавендиша. Сила тяготения (гравитации), сила тяжести, вес тела. Ускорение свободного падения, его зависимость от высоты и широты местности. Силы инерции. Центробежная сила инерции. Сила Кориолиса. Потенциал и напряженность гравитационного поля, связь между ними. Эквивалентность инертной и гравитационной масс, опытные подтверждения. Первая, вторая, третья космические скорости.

### **Тема 9. Вращательное движение системы материальных точек**

Момент импульса материальной точки и системы материальных точек относительно полюса и оси. Момент силы материальной точки и системы материальных точек относительно полюса и оси. Уравнение моментов для системы материальных точек относительно точки (полюса). Закон сохранения момента импульса механической системы относительно полюса. Связь момента импульса с угловой скоростью.

### **Тема 10. Динамика абсолютно твердого тела**

Понятие абсолютно твердого тела. Поступательное и вращательное движения твердого тела. Центр масс. Основной закон динамики вращательного движения твердого тела относительно оси. (Уравнение моментов). Момент инерции материальной точки и механической системы относительно точки и оси. Движение твердого тела, закрепленного в точке. Свободные оси. Гироскопы. Прецессия гироскопа, гироскопический эффект. Кинетическая энергия движения твердого тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Вычисление моментов инерции стержня, цилиндра, тела вращения (общий случай), шара.

### **Тема 11. Элементы гидродинамики**

Линии и трубки тока, уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Внутреннее трение (вязкость) жидкости. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Ламинарное течение вязкой жидкости в круглых трубах.

Формула Пуазейля. Методы определения вязкости жидкости. Формула Стокса. Границы применимости формул Пуазейля и Стокса.

### **Тема 12. Колебания. Гармонические колебания**

Кинематическое уравнение гармонических колебаний. Амплитуда, фаза, начальная фаза, частота и циклическая частота колебаний. Скорость, ускорение и силы при гармонических колебаниях. Закон Ньютона для гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний, его решение. Энергия гармонических колебаний. Графическая зависимость кинетической, потенциальной и полной энергий гармонических колебаний от времени.

### **Тема 13. Пружинный, физический и математический маятники**

Приведенная длина физического маятника. Ось подвеса (привеса) и ось качаний физического маятника, их обратимость. Периоды их колебаний

### **Тема 14. Сложение гармонических колебаний**

Метод векторной диаграммы. Сложение 2-х гармонических колебаний одной частоты и одного направления. Результирующая амплитуда и фаза таких колебаний. Сложение двух взаимно перпендикулярных гармонических колебаний с разными амплитудами и одинаковой частотой. Сложение гармонических колебаний с близкими частотами. Второй закон Ньютона для вынужденных колебаний. Установившиеся вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение и его решение. Амплитуда и фаза установившихся вынужденных колебаний.

### **Тема 15. Механические волны. Интерференция механических волн**

Основные понятия: волновое поле, фронт волны, волновая поверхность, продольные и поперечные волны. Связь продольных и поперечных механических волн и их скоростей распространения с упругими свойствами

среды. Плоские и сферические волны. Уравнение гармонической волны (волнового гармонического луча). Длина волны, ее связь с периодом (частотой) и скоростью. Понятие фазовой и групповой скоростям волны. Волновое уравнение. Звуковые волны. Когерентные волны. Разность хода.

## **Модуль 2. Молекулярная физика и термодинамика**

### **Тема 16. Предмет и задачи молекулярной физики. Эмпирические газовые законы**

Предмет и задачи молекулярной физики. Молекулярно-кинетическая теория вещества. Характеристики молекул и количества вещества. Агрегатные состояния вещества и их признаки. Статистический и термодинамический методы в молекулярной физике и термодинамике. Эмпирические газовые законы: законы Дальтона, Бойля-Мариотта, Гей-люссака, Шарля, Паскаля, Авогадро, Менделеева-Клапейрона, тепловое расширение твердых тел. Идеальный газ как модель газообразного состояния. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа. Давление идеального газа.

Вывод основного уравнения МКТ идеального газа. Эргодическая гипотеза Больцмана

### **Тема 17. Теплообмен и термодинамическое равновесие**

Температура и ее физический смысл в молекулярно-кинетической теории. Теплообмен и термодинамическое равновесие. Термометрическое свойство, термометрическая величина. Термодинамическая шкала температур. Теорема Больцмана о равновесном распределении энергии по степеням свободы. Число степеней свободы. Законы идеального газа. Изотермический коэффициент сжимаемости, температурный коэффициент. Графическое представление законов идеального газа. Скорости газовых молекул. Измерение скорости газовых молекул. Опыт Штерна, метод молекулярных пучков. Элементы теории вероятности. Частота и вероятность. Дискретное и непрерывное

распределение вероятности. Плотность вероятности. Условие нормировки. Теоремы сложения и умножения. Средние значения случайных величин, флуктуация. Распределение Максвелла (постановка задачи). Вывод функции распределения молекул по проекциям скоростей.

### **Тема 18. Распределение Максвелла в приведенном виде. Барометрическая формула и вывод закона Больцмана**

Определение функции распределения молекул по абсолютному значению скорости. Геометрическое истолкование полученной функции. Распределение Максвелла в приведенном виде. Расчеты характерных скоростей молекул при их хаотическом движении: наивероятнейшей скорости, средней и средней квадратичной скоростей, средней скорости по проекции, среднего модуля скорости по проекции, средней относительной скорости, и связи между ними. Барометрическая формула и вывод закона Больцмана. Связь между распределениями Максвелла и Больцмана.

### **Тема 19. Броуновское движение. Элементы молекулярно-кинетической теории неравновесных процессов**

Броуновское движение. Расчет среднего квадрата смещения броуновской частицы. Формула Эйнштейна-Смолуховского. Элементы молекулярно-кинетической теории неравновесных процессов. Равновесное и неравновесное состояния. Релаксационные процессы и явления переноса. Эффективный диаметр и эффективное сечение молекул газа. Средняя длина свободного пробега. Потенциальная кривая межмолекулярного взаимодействия. Температурная зависимость эффективного сечения молекул и средней длины свободного пробега для газов и жидкостей. Формула Сезерленда. Общая теория переноса в газах.

### **Тема 20. Диффузия. Самодиффузия**

Диффузия. Самодиффузия. Коэффициент диффузии, зависимость коэффициента диффузии от температуры и давления. Вязкость или внутреннее трение. Коэффициент вязкости и его зависимость от температуры и давления. Различие температурных зависимостей вязкости газов и жидкостей. Теплопроводность. Коэффициент теплопроводности газов и его зависимость от температуры и давления. Соотношение между коэффициентами переноса.

### **Тема 21. Внутренняя энергия, работа, теплота. Теплоемкость идеального газа**

Нулевое начало термодинамики. Термодинамические процессы: равновесные или квазистатические, обратимые и необратимые, круговые или циклические. Внутренняя энергия, работа, теплота. Принцип эквивалентности теплоты и работы, опыты Майера и Джоуля. Вывод первого начала термодинамики. Теплоемкость идеального газа. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Энтальпия. Вывод уравнения Роберта-Майера. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам идеального газа. Адиабатный процесс. Вывод уравнения Пуассона. Работа идеального газа при адиабатном процессе. Политропный процесс. Вывод уравнения политропы.

### **Тема 22. Классическая теория теплоемкостей газов**

Классическая теория теплоемкостей газов и твердых тел (число степеней свободы, теорема Больцмана о равнораспределении кинетической энергии по степеням свободы). Закон Дюлонга-Пти. Недостатки классической теории теплоемкости твердых тел. Элементы квантовой теории теплоемкости. Вывод формулы Эйнштейна. Недостатки теории Эйнштейна

### **Тема 23. Второе начало термодинамики**

Второе начало термодинамики. Формулировки второго начала термодинамики Клаузиуса, Кельвина и Планка. Цикл Карно. Вывод работы и к.п.д. идеального цикла Карно. Теоремы Карно. Теорема Клаузиуса о

приведенной теплоте. Энтропия и термодинамический смысл энтропии в идеальном обратимом процессе. Математическое выражение второго начала термодинамики для обратимых квазистатических процессов. T-S диаграммы

#### **Тема 24. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса**

Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Физический смысл постоянных величин уравнения Ван-дер-Ваальса. Теоретические изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Критические параметры состояния вещества. Закон соответственных состояний. Термодинамика реального газа. Внутренняя энергия и работа реального газа.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лабораторные работы (54 час.)**

**Лабораторная работа №1. Подготовительный этап. Ознакомление с лабораторным оборудованием, краткий инструктаж, получение индивидуального задания (6 час.)**

1. Объяснение целей и задач курса
2. Инструктаж по технике безопасности
3. Показ лабораторных установок для проведения различных физических экспериментов
4. Формирование бригад студентов (2-3 человека). Получение задания на бригаду по выполнению проекта от преподавателя. Задание заключается в составлении методики, планировании физического эксперимента и определении заданной физической величины одним из методов, доступных на лабораторном оборудовании. Необходимо рассмотреть два физических эксперимента, первый из которых относится к механике, второй – к молекулярной физике.

5. Обсуждение задания с преподавателем, возможные корректировки полученного задания на основе обоснованных предложений студентов, предварительный анализ задания, разбиение на подзадания. Закрепление заданий за бригадами студентов.

**Лабораторная работа №2. Механика. Поиск и изучение материалов по теме задания, анализ материалов. Физические законы, лежащие в основе экспериментального определения физической величины. Метод определения физической величины (16 час).**

1. Поиск и изучение исторических сведений по рассматриваемой задаче
2. Выбор метода измерения заданной физической величины, пригодный для использования на имеющемся лабораторном оборудовании
3. Определение ряда физических принципов, явлений, законов, на основе которых проводится экспериментальное определение заданной физической величины
4. Поиск и изучение теоретического материала по используемым для определения физической величины физическим принципам, явлениям, законам.
5. Изучение возможностей и характеристик лабораторного оборудования. Получение первичных навыков работы с данным оборудованием.
6. Планирование эксперимента. Определение последовательности действий и составление алгоритма проведения измерения.
7. Подготовка необходимых приборов и материалов для проведения эксперимента. Предварительная настройка оборудования
8. Проведение физического эксперимента. Запись результатов, полученных в ходе эксперимента, для последующей статистической обработки.

**Лабораторная работа №3. Молекулярная физика. Поиск и изучение материалов по теме задания, анализ материалов. Физические законы,**

**лежащие в основе экспериментального определения физической величины. Метод определения физической величины (16 час).**

1. Поиск и изучение исторических сведений по рассматриваемой задаче
2. Выбор метода измерения заданной физической величины, пригодный для использования на имеющемся лабораторном оборудовании
3. Определение ряда физических принципов, явлений, законов, на основе которых производится экспериментальное определение заданной физической величины
4. Поиск и изучение теоретического материала по используемым для определения физической величины физическим принципам, явлениям, законам.
5. Изучение возможностей и характеристик лабораторного оборудования. Получение первичных навыков работы с данным оборудованием.
6. Планирование эксперимента. Определение последовательности действий и составление алгоритма проведения измерения.
7. Подготовка необходимых приборов и материалов для проведения эксперимента. Предварительная настройка оборудования
8. Проведение физического эксперимента. Запись результатов, полученных в ходе эксперимента, для последующей статистической обработки.

**Лабораторная работа №4. Статистическая обработка результатов, нахождение доверительных границ результата и погрешностей эксперимента (10 час).**

1. Изучение основ теории ошибок и статистической обработки результатов эксперимента
2. Понятия доверительных границ и доверительной вероятности
3. Наиболее распространенные распределения случайных величин, применяемые для описания ошибок: равномерное распределение, нормальное распределение, распределение Стьюдента.



4. Прямые измерения с однократными наблюдениями
5. Прямые измерения с многократными наблюдениями
6. Косвенные измерения
7. Изучение погрешностей используемых установок и приборов. Определение количественных значений этих погрешностей
8. Грубые ошибки и их исключение из результатов наблюдений. Правило «трех сигм»
9. Нахождение среднеквадратического отклонения ряда наблюдений, среднеквадратического отклонения результата эксперимента
10. Получение выражения для расчета доверительных границ результата измерения
11. Запись результата измерения в требуемом формате с указанием доверительной вероятности
12. Проверка правильности, верификация полученных результатов (сопоставление с данными, известными официальной науке, если определяемая величина относится к фундаментальным константам; приближенный расчет величины по упрощенным формулам, если величина не относится к фундаментальным и другим известным константам и применима только для конкретного рассматриваемого случая)

**Лабораторная работа №5. Систематизация информации, полученной в ходе выполнения проекта и оформление результатов работы (6 час.)**

1. Систематизация теоретических сведений и практических результатов, полученных в ходе выполнения проекта
2. Изучение основ работы в текстовом процессоре Microsoft Word, табличном процессоре Microsoft Excel и системе оформления презентаций Microsoft PowerPoint

3. Выбор ключевой информации для составления презентации. Объем презентации 15-20 слайдов (по 7-10 слайдов на каждый из двух физических экспериментов)

4. Продумывание логической структуры презентации, составление плана доклада, написание текста доклада

5. Составление презентации с использованием текстовой, табличной и графической информации. В презентации должны быть четко указаны: цель, задачи, используемые физические законы и лабораторное оборудование (метод измерений), порядок проведения эксперимента, результат эксперимента

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Проект по механике и молекулярной физике» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1. Основные представления специальной теории относительности	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
2	Тема 2. Кинематика материальной точки	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
3	Тема 3. Кинематические характеристики материальной точки	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
4	Тема 4. Кинематические уравнения равномерного и равнопеременного прямолинейного движений	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
5	Тема 5. Кинематика вращательного движения материальной точки	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
6	Тема 6. Динамика материальной точки.	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта

	Закон сохранения импульса		умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
7	Тема 7. Энергия, работа, мощность. Закон сохранения механической энергии	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
8	Тема 8. Движение в поле тяготения	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
9	Тема 9. Вращательное движение системы материальных точек	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
10	Тема 10. Динамика абсолютно твердого тела	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
11	Тема 11. Элементы гидродинамики	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта

12	Тема 12. Колебания. Гармонические колебания	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
13	Тема 13. Пружинный, физический и математический маятники	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
14	Тема 14. Сложение гармонических колебаний	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
15	Тема 15. Механические волны. Интерференция механических волн	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
16	Тема 16. Предмет и задачи молекулярной физики. Эмпирические газовые законы	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
17	Тема 17. Теплообмен и термодинамическое равновесие	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта

			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
18	Тема 18. Распределение Максвелла в приведенном виде. Барометрическая формула и вывод закона Больцмана	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
19	Тема 19. Броуновское движение. Элементы молекулярно-кинетической теории неравновесных процессов	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
20	Тема 20. Диффузия. Самодиффузия	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
21	Тема 21. Внутренняя энергия, работа, теплота. Теплоемкость идеального газа	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
22	Тема 22. Классическая теория теплоемкостей газов	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
23	Тема 23. Второе начало термодинамики	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта

			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
24	Тема 24. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

*(электронные и печатные издания)*

1. Купцов П.В. Читай и работай. Самоучитель по физике для студентов вузов. Механика, молекулярная физика, термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Купцов П.В., Купцова А.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2017.— 123 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76533.html>
2. Никеров В.А. Физика для вузов. Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс]: учебник/ Никеров В.А.— Электрон.

текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2015.— 136 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14630.html>

- Капуткин Д.Е. Физика. Часть 1. Механика. Молекулярная физика [Электронный ресурс]: учебное пособие для практических занятий/ Капуткин Д.Е., Пташинский В.В., Рахштадт Ю.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2014.— 135 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56597.html>

### **Дополнительная литература**

- Кузьмичева В.А. Курс лекций по общей физике. Часть I. Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс]/ Кузьмичева В.А., Пономорев О.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2016.— 107 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65845.html>
- Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс]: практикум/ И.А. Лыков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 104 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66554.html>
- Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс]: методические рекомендации/ Н.В. Александрова [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2014.— 111 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47940.html>
- Степанова В.А. Физика. Часть 1. Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс]: сборник задач/ Степанова В.А., Уварова И.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2013.— 46 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56601.html>



## Перечень ресурсов сети «Интернет»

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства ([www.fepo.ru](http://www.fepo.ru))
4. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
5. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) – Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
6. [www.iqlib.ru](http://www.iqlib.ru) – Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия
7. [www.affp.mics.msu.su](http://www.affp.mics.msu.su)
8. Studentlibrary [Электронная библиотека учебной PDF-литературы и учебников для вузов. (бесплатные полнотекстовые учебники)] URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4>
9. Виртуальные лабораторные работы [http://barsic.spbu.ru/www/lab\\_dhtml/](http://barsic.spbu.ru/www/lab_dhtml/), [http://www.all-fizika.com/article/index.php?id\\_article=110](http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=110)

## Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется стандартное программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows 7, Microsoft Office), а также специализированное программное обеспечение, предоставляемое в комплекте с соответствующим лабораторным оборудованием.

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вначале проводится общий инструктаж. Затем группа разбивается на бригады по 2-3 человека. От преподавателя бригада получает задание, анализирует его, корректирует совместно с преподавателем при наличии предложений от студентов, затем задание окончательно закрепляется за группой. Задание на проект заключается в отработке выбранной методики проведения физического эксперимента, включая подробный разбор и анализ физических законов, лежащих в основе метода измерения, планирование эксперимента, составление алгоритма проведения эксперимента, подготовку лабораторных установок, соответствующих материалов, приборов, проведение самого эксперимента и фиксацию полученных результатов. Тем самым, студенты получают навык самостоятельного проведения законченного научного эксперимента, начиная от постановки задачи и заканчивая получением конкретного результата (хотя и на основе известного метода измерений). Отдельной задачей является статистическая обработка результатов эксперимента. От студентов требуется освоение методик расчета погрешностей в различных случаях, определение погрешностей средств измерений, вычисление доверительных границ результата и запись результата в итоговом виде с указанием доверительных вероятностей. Таким образом формируется также некоторая метрологическая культура. Основная часть времени отводится непосредственно на планирование и выполнение эксперимента. Каждая бригада должна выполнить по два эксперимента, первый из которых относится к механике, второй – к молекулярной физике. Тем не менее, студентам необходимо в достаточной мере знать физические законы, касающиеся не только выбранных ими экспериментов, но и в целом владеть предметными областями механики, молекулярной физики и термодинамики. С этой целью они могут обращаться к основной, дополнительной литературе, а также к Интернет-источникам, как указанным в списке источников, так и найденным самостоятельно или совместно с преподавателем.

По каждому из двух экспериментов подготавливается отдельный отчет, в котором указываются базовые теоретические сведения, описываются физические законы и необходимое для определения физической величины лабораторное оборудование с его возможностями и техническими характеристиками (т.е. указывается метод измерения в целом), описывается алгоритм проведения измерений, а также проводится подробный расчет погрешностей с указанием выбранной доверительной вероятности. Преподавателем оценивается содержание отчета по нескольким пунктам.

По окончании работы в целом подготавливается презентация, содержание которой основано на двух отчетах по результатам проведенных физических экспериментов. Презентация должна включать как теоретические материалы (30% объема презентации), так и материалы, касающиеся планирования, проведения экспериментов и расчета погрешностей (70% объема презентации). Доклад совместно с данной презентацией производится в форме публичного выступления перед группой и преподавателем.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Физические эксперименты выполняются на современном оборудовании в специализированных лабораториях: по механике – в L527, по молекулярной физике – в L528. Эксперименты частично компьютеризированы, управление проводится при помощи ПК и специального программного обеспечения, поставляемого в комплекте с оборудованием.

Оформление отчетов, составление презентаций может производиться в стандартных компьютерных классах с соответствующим программным обеспечением.



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

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Проект по механике и молекулярной физике»**

**Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

**Профиль Электроника и наноэлектроника**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2018**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-7 недели	Планирование, проведение эксперимента по механике и подготовка отчета	20 час.	Защита отчета по л/р
2	8-14 недели	Планирование, проведение эксперимента по молекулярной физике и подготовка отчета	20 час.	Защита отчета по л/р
3	15-18 недели	Систематизация результатов, подготовка презентации по результатам проекта	14 час.	Защита проекта в форме презентации
Итого			54 час.	

### Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Задания и методические рекомендации для самостоятельной работы обеспечивают подготовку отчетов к лабораторным работам. Их полное содержание приведено в программе и методических указаниях. Методические указания к лабораторным работам в электронном виде берутся у преподавателя.

В качестве домашнего задания по механике студентам предлагается изучить теоретический материал по данному разделу, основываясь на содержании теоретической части и материалах, приведенных в списках основной, дополнительной литературы, а также в Интернет-источниках. Кроме того, полное усвоение материала невозможно без умения решать хотя бы простейшие задачи по выбранному для изучения разделу. С этой целью необходимо обратиться к любому доступному практикуму по решению задач.

В качестве домашнего задания по молекулярной физике студентам предлагается провести аналогичные мероприятия, направленные на улучшение знаний в целом по данному разделу физики.

Для правильного написания и оформления отчета по проекту следует руководствоваться главой «Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы»

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Результаты самостоятельной работы отражаются в письменных работах: отчетах по лабораторным работам и отчету по проекту.

К представлению и оформлению отчетов по лабораторным работам предъявляются следующие требования.

#### **Структура отчета по лабораторной работе**

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 лабораторной 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.

Один отчет по проекту предоставляется одной группой студентов. Студенты самостоятельно распределяют обязанности между собой. К представлению и оформлению отчета по проекту предъявляются следующие требования.

### Структура отчета по проекту

Структурно отчет по проекту, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- Титульный лист – обязательная компонента отчета.
- Индивидуальное задание – в тексте отчета должно быть приведено название каждого из двух физических экспериментов.

- Основная часть – в основной части указывается содержание проекта.
- 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.

Требования к оформлению отчета по проекту такие же, как и к оформлению отчетов по лабораторным работам. Объем отчета по проекту не может быть меньше 15 печатных листов с учетом титульного листа.

### **Структура презентаций**

Презентации по результатам выполнения проекта представляются в электронной форме, подготовленные как файлы презентации с расширением \*.ppt(x) (подготавливаются в системе Microsoft PowerPoint). Число слайдов в презентации – 15-20. На доклад по презентации отводится 10-15 минут. На титульном листе должны быть указаны ФИО студентов, номер группы, ФИО преподавателя, его должность, тема проекта (названия физических экспериментов, которые были проведены в ходе работы над проектом). Презентация должна отражать (отдельно для каждого эксперимента): цель, поставленные задачи, физические принципы, явления, законы, на основе которых проводится определение физической величины, используемые лабораторные установки, требуемые материалы и измерительные приборы, описание метода измерений и алгоритма измерений, а также подробный расчет доверительных границ результата измерения с указанием доверительной вероятности. Презентация должна содержать текстовую,

табличную и графическую информацию, представленную как в теоретической, так и в практической частях.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

*Оценивание лабораторных работ* проводится по критериям:

- полнота и качество выполненных заданий;
- качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;
- использование данных отечественной и зарубежной литературы, источников сети Интернет, информации нормативно-правового характера и передовой практики;
- отсутствие фактических ошибок при выполнении заданий.

*Оценивание отчета по проекту* проводится по критериям:

- полнота теоретических сведений по рассматриваемой проблеме
- знание физических принципов, явлений, методов, используемых при определении данной физической величины
- соответствие выбранного метода измерений возможностям и характеристикам лабораторной установки и иного измерительного оборудования
- правильное планирование эксперимента и составление адекватного алгоритма проведения эксперимента
- полнота выполнения соответствующего эксперимента и достижения поставленных результатов
- правильно проведенное исключение грубых погрешностей (при их наличии) из результатов измерений на основе одного из известных критериев
- правильно проведенный расчет доверительных границ результата измерения с указанием выбранной доверительной вероятности

- соответствие результата данным, известным официальной науке (при определении фундаментальных физических констант)
- подтверждаемость результата приближенными расчетами по упрощенным формулам (при определении индивидуальных для эксперимента величин)
- качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;
- использование данных отечественной и зарубежной литературы, источников сети Интернет, информации нормативно-правового характера и передовой практики;
- отсутствие фактических ошибок при выполнении заданий.

*Оценивание презентации по проекту проводится по критериям:*

- правильно распределенное время доклада
- полнота и точность отражения результатов выполнения проекта
- доступность восприятия результатов проекта на основе презентации
- информативные и качественные графические иллюстрации
- логически правильная структура презентации
- использование навыков публичных выступлений для работы с аудиторией
- умение отвечать на вопросы



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

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Проект по механике и молекулярной физике»  
Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника  
Профиль Электроника и наноэлектроника

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2018**

## Паспорт ФОС

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-13, способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия	Знает	способы работы в коллективе; принципы толерантности; конфессиональные и культурные различия
	Умеет	работать в коллективе с конфессиональными и культурными различиями
	Владеет	основной информацией об конфессиональных и культурных различиях
ОПК-1, способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Знает	формулировку и аналитический вид физических законов механики и молекулярной физики
	Умеет	получить конечную расчетную формулу для экспериментального определения физических величин
	Владеет	навыками экспериментального исследования и теоретического обоснования определения физических величин на основе знания основных физических законов и математического расчета
ОПК-5, способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	Знает	знает физические законы, их аналитический вид, методику обработки экспериментальных данных и подсчета ошибки
	Умеет	применять физические законы, методику обработки экспериментальных данных и подсчета ошибки
	Владеет	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных, подсчета ошибки при определении физических величин

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Основные представления	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта

	специальной теории относительности		умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
2	Тема 2. Кинематика материальной точки	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
3	Тема 3. Кинематические характеристики материальной точки	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
4	Тема 4. Кинематические уравнения равномерного и равнопеременного прямолинейного движений	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
5	Тема 5. Кинематика вращательного движения материальной точки	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
6	Тема 6. Динамика материальной точки. Закон сохранения импульса	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта

7	Тема 7. Энергия, работа, мощность. Закон сохранения механической энергии	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
8	Тема 8. Движение в поле тяготения	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
9	Тема 9. Вращательное движение системы материальных точек	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
10	Тема 10. Динамика абсолютно твердого тела	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
11	Тема 11. Элементы гидродинамики	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
12	Тема 12. Колебания. Гармонические колебания	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта



			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
13	Тема 13. Пружинный, физический и математический маятники	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
14	Тема 14. Сложение гармонических колебаний	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
15	Тема 15. Механические волны. Интерференция механических волн	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
16	Тема 16. Предмет и задачи молекулярной физики. Эмпирические газовые законы	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
17	Тема 17. Теплообмен и термодинамическое равновесие	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
18	Тема 18. Распределение Максвелла в приведенном виде. Барометрическая	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта

	формула и вывод закона Больцмана		умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
19	Тема 19. Броуновское движение. Элементы молекулярно-кинетической теории неравновесных процессов	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
20	Тема 20. Диффузия. Самодиффузия	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
21	Тема 21. Внутренняя энергия, работа, теплота. Теплоемкость идеального газа	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
22	Тема 22. Классическая теория теплоемкостей газов	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
23	Тема 23. Второе начало термодинамики	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта

24	Тема 24. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса	ОК-13, ОПК-1, ОПК-5	знает	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			умеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта
			владеет	Лабораторная работа	Зачет в форме защиты проекта

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ОК-13, способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия	Знает	способы работы в коллективе; принципы толерантности; конфессиональные и культурные различия	Знает, как работать в разнородном по социокультурному статусу коллективе	Знает способы коммуникации, направленные на преодоление различий в социокультурном статусе, уважительно относится к представителям различных социокультурных кластеров	60-74
	Умеет	работать в коллективе с конфессиональными и культурными различиями	Умеет работать совместно с представителями различных культур и различных по социальному признаку групп	Умеет работать в команде, в которой наличествуют различные по социальному и культурному статусу личности, при этом использует способы коммуникаций, направленные на установление доверительных и уважительных отношений	75-89
	Владеет	основной информацией об конфессиональных и культурных различиях	Владеет способами работы и достижения целей совместно с различными социокультурными кластерами	Может найти пути решения конфликтов, возникающих на пути достижения общей цели, умеет выступить в качестве укрепляющей или примиряющей стороны в группах, разнородных по социальному и культурному статусу, на основе логически правильно	90-100

				выстроенной и сформулированной аргументации	
ОПК-1, способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Знает	формулировку и аналитический вид физических законов механики и молекулярной физики	Знает основные законы, относящиеся к механике, молекулярной физике и термодинамике	Знает теоретический материал, основные выражения, касающиеся различных тем механики (Модуль 1) и молекулярной физики и термодинамики (Модуль 2), может написать необходимое выражение (закон) по его названию по просьбе преподавателя и сформулировать его устно	60-74
	Умеет	получить конечную расчетную формулу для экспериментального определения физических величин	Умеет пользоваться известными физическими законами для решения физических задач	Умеет выводить расчетные формулы для решения несложных задач, в которых необходимо применить 3-4 физических закона (известных формул), и на их основе получить аналитическое выражение для расчета искомой величины	75-89
	Владеет	навыками экспериментального исследования и теоретического обоснования определения физических величин на основе знания основных физических законов и математического расчета	Понимает физическую сущность задачи, умеет выбирать необходимые физические законы для получения итоговых расчетных формул для заданной величины, владеет навыками планирования эксперимента	На достаточном уровне владеет предметными областями механики и молекулярной физики, чтобы получать расчетные выражения для решения задач уровня сложности выше среднего. Умеет визуализировать и мысленно анализировать поставленную задачу и на основе мысленного эксперимента выбирать необходимые физические законы для описания рассматриваемого процесса. Умеет планировать эксперимент на основе	90-100

				выбранного метода измерений и составлять алгоритм проведения измерений.	
ОПК-5, способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	Знает	знает физические законы, их аналитический вид, методику обработки экспериментальных данных и подсчета ошибки	Знает основные методы обработки и представления экспериментальных данных, относящихся к физическому эксперименту	Знает методы представления текстовых данных, табличных данных, графических данных, знает, как правильно структурировать информацию по результатам физических экспериментов	60-74
	Умеет	применять физические законы, методику обработки экспериментальных данных и подсчета ошибки	Умеет рассчитывать доверительные границы полученного результата физического эксперимента	Умеет рассчитывать среднее по выборке, среднее квадратическое отклонение ряда наблюдений, среднее квадратическое значение результата измерения, умеет использовать распределение Стьюдента и нормальное распределение	75-89
	Владеет	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных, подсчета ошибки при определении физических величин	Владеет способами исключения грубых погрешностей, статистической обработки результата в различных случаях, навыками составления презентаций	Владеет правилом «трех сигм» и другими правилами, по которым можно исключать грубые погрешности, владеет методами расчета погрешностей при прямых измерениях с однократными и многократными наблюдениями и при косвенных измерениях, владеет основными приемами создания презентаций в Microsoft PowerPoint	90-100

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Проект по механике и молекулярной физике» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Текущая аттестация по дисциплине «Проект по механике и молекулярной физике» проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем. Контрольные мероприятия: защита отчетов по лабораторным работам, защита отчета по проекту и презентация проекта

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

- результаты самостоятельной работы.

По каждому объекту дается характеристика процедур оценивания в привязке к используемым оценочным средствам.

### **Критерии оценки отчетов по лабораторным работам**

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

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он представляет к защите отчет по лабораторной работе, удовлетворяющий требованиям по поставленным заданиям, по оформлению, демонстрирует владение методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не владеет методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы, допускает существенные ошибки в работе, представляет отчет с существенными отклонениями от правил оформления письменных работ.

### **Промежуточная аттестация студентов**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Проект по механике и молекулярной физике» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Проект по механике и молекулярной физике» проводится в виде зачета, форма зачета – защита проекта, которая включает в себя презентацию проекта и сдачу отчета по проекту. Допуск к зачету возможен только после защиты отчетов по всем лабораторным работам курса.

### **Критерии оценки защиты отчета по проекту**

Объектами оценивания выступают:

- структура отчета (объем материала, соответствие глав содержанию, наличие всех требуемых глав);
- содержание отчета (полнота отчета, правильные методы/методики проведения экспериментов, правильное планирование и проведение эксперимента);
- уровень выполнения проекта (полнота выполнения заданий, расчет всех требуемых величин и погрешностей);
- оформление (соответствие оформления отчета и презентации указанным в рабочей программе требованиям);
- презентация доклада (структура доклада, продолжительность, умение отвечать на дополнительные вопросы, доступность восприятия результатов проекта по докладу и презентации)

По каждому объекту дается характеристика процедур оценивания в привязке к используемым оценочным средствам.

Оценка	60 и менее баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
<b>Критерии</b>	<b>Содержание критериев</b>			
<b>Структура отчета</b>	Структура не выдержана, объем менее 15 стр.	Структура корректна, объем 15-17 стр.	Структура корректна, объем 17-20 стр.	Структура корректна, объем более 20 стр.
<b>Содержание отчета</b>	В отчете отсутствуют многие ключевые элементы или они выполнены неправильно	В отчете присутствуют все необходимые элементы, но некоторые из них неправильные. Требуется дальнейшая доработка проекта	В отчете присутствуют все необходимые элементы, но есть незначительные пометки, недочеты, недостатки	В отчете присутствуют все необходимые элементы, все элементы выполнены правильно
<b>Уровень выполнения проекта</b>	Нет экспериментального определения ни одной из требуемых физических величин и/или не проработана теоретическая часть экспериментов	Определена одна из двух физических величин с полным или частичным расчетом погрешностей. Теоретическая часть проработана в достаточной мере для понимания сути эксперимента	Определены две физические величины, относящиеся к механике и молекулярной физике, проведен расчет погрешностей. Приведено теоретическое обоснование применяемых методов измерения, но в некоторых компонентах присутствуют недочеты или небольшие логические неточности	Спланированы и проведены все требуемые физические эксперименты. Рассчитаны все погрешности. Теоретический материал представлен полно и при этом лаконично.
<b>Оформление</b>	Отчет не оформлен согласно требованиям	Отчет в целом оформлен согласно требованиям, но имеется большое	Отчет оформлен согласно требованиям, но имеются незначительные ошибки в	Отчет оформлен согласно требованиям



		количество ошибок в оформлении (более 10)	оформлении (не более 5)	
<b>Презентация доклада</b>	Презентация не представлена	Презентация представлена, но не выдержано время или структура доклада	Требования по структуре и продолжительности удовлетворены, но защищающие проект не способны ответить на дополнительные вопросы	Презентация корректна, защищающие я ответили на все дополнительные вопросы преподавателя, могут развить проект при дальнейшей работе над ним