

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета инженерно-физического
факультета высоких технологий
от 17 мая 2022 г., протокол № 11

Председатель _____ /В.В.Рыбин/
(подпись)
17 мая 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Физика
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Кафедра инженерной физики
Курс	1, 2

Специальность (направление) **28.03.02 «Наноинженерия» (бакалавриат)**
(код специальности (направления), полное наименование)

Направленность (профиль/специализация): **Нанотехнологии и наноматериалы**
(полное наименование)

Форма обучения: **очная**
(очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются))

Дата введения в учебный процесс УлГУ: **«01» сентября 2022 г.**

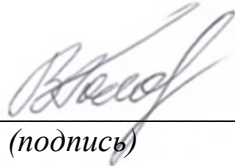
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 ____ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 ____ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 ____ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Семенцов Д.И.	Кафедра радиофизики и электроники	Д.ф.-м.н., профессор
Гадомский О.Н.	Кафедра радиофизики и электроники	Д.ф.-м.н., профессор
Елисеева С.В.	Кафедра ФМПИ	Д.ф.-м.н., доцент
Иго А.В.	Кафедра инженерной физики	К.ф.-м.н., доцент

СОГЛАСОВАНО
Заведующий выпускающей кафедрой Физического материаловедения
 _____ /В.Н. Голованов/ (подпись) (ФИО)
« 15 » _____ апреля _____ 2022 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

1.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины: создание основы теоретической подготовки будущего специалиста и той фундаментальной компоненты высшего технического образования, которая будет способствовать в дальнейшем освоению самых разнообразных инженерных специальностей – в различных областях техники:

1. — используя все виды занятий (лекции, семинары, лабораторный практикум) обеспечить строго последовательное, цельное изложение физики, как науки, показать глубокую взаимосвязь различных ее разделов;

2. — сообщить студентам основные принципы и законы физики, а также их математическое выражение;

3. — познакомить студентов с основными физическими явлениями, методами их наблюдения и экспериментального исследования, с основными методами измерения физических величин, простейшими методами обработки результатов эксперимента и основными физическими приборами;

4. — дать студенту ясное представление о границах применимости физических моделей и гипотез;

5. — подготовить студентов к изучению ряда общенаучных дисциплин, инженерных специальностей и дисциплин (теоретическая механика, сопротивление материалов, электротехника и т.д.);

6. — показать студентам, что физика составляет в настоящее время универсальную базу техники и что физические процессы и явления, которые сегодня кажутся неприменимыми в данной области техники, завтра могут оказаться в центре новаторских достижений любого инженера.

Задачи освоения дисциплины:

- формирование системы знаний о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной физической картины мира, и навыков применения этой системы к решению технических задач, связанных с будущей профессиональной деятельностью;


- обеспечение межпредметных связей с общетехническими и специальными дисциплинами, посредством включения конкретных специальных вопросов и задач в программу обучения физике, реализация профессиональной направленности через учебные прикладные физические задачи, без чего невозможно успешное овладение профессиональными знаниями и умениями;

- формирование определенных навыков экспериментальной работы: выдвижения гипотезы, построения упрощенных моделей сложных процессов, обработки и анализа опытных данных, способов оценки численных значений физических величин и их погрешностей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина является обязательной и относится к базовой части Блока Б1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), устанавливаемой вузом. Данная дисциплина является одной из основополагающих дисциплин в системе подготовки бакалавра по направлению 27.03.05 «Инноватика». Она охватывает широкий круг проблем и лежит в основе почти всех дисциплин инженерного направления подготовки специалистов.

Дисциплина читается в 1,2, 3 и 4 семестрах (на 1 и 2 курсе) и базируется на

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

отдельных компонентах компетенций, сформированных у обучающихся в ходе изучения курса физики и математики в средней школе.

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:

- знание базовых понятий и определений общей физики, полученных в ходе изучения школьного курса физики;
- умение читать учебно-научную литературу;
- способность использовать математический аппарат для решения физических задач;
- умение применять получаемые навыки для решения практических задач в рамках лабораторного практикума;
- умение анализировать результаты эксперимента и проводить необходимые математические вычисления.

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:


- «Методы и средства измерений и контроля»;
- «Метрология, стандартизация и сертификация»;
- «Безопасность жизнедеятельности»;
- «Материаловедение»;
- «Экология»;
- «Основы компьютерного конструирования»;
- «Теория вероятностей и математическая статистика»;

а также для прохождения преддипломной практики и проектной деятельности.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПОП

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области математики, естественных и технических наук	Знать: основные принципы и законы физики, их математическое выражение; границы применимости физических моделей и гипотез; основные физические явления, методы их наблюдения и экспериментального исследования; основные методы измерения физических величин, простейшие методы обработки результатов эксперимента и основные физические приборы. Уметь: применять знания физики в инновационной деятельности; правильно планировать эксперимент так, чтобы точность измерений соответствовала поставленной цели; учитывать возможность систематических ошибок и принимать меры для их устранения; анализировать результаты эксперимента и делать правильные выводы; оценивать точность окончательного

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

	<p>результата; вести запись измерений и расчетов аккуратно, ясно и кратко; решать типовые задачи по основным разделам физики, используя методы математического анализа.</p> <p>Владеть: методами физического анализа в инновационной деятельности; методами экспериментального исследования в физике (планирование, постановка и обработка эксперимента).</p>
--	--

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 16 ЗЕ.


4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах): 576

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения – очная)				
	Всего по плану	в т.ч. по семестрам			
		1	2	3	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем	340	72	64	72	64
Аудиторные занятия:					-
- лекции	138	36	32	36	32
- семинары и практические занятия	68	18	16	18	16
- лабораторные работы, практикумы	138	36	32	36	32
Самостоятельная работа	92	18	28	18	28
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	тестирование; устный опрос; контр. работы	тестирование; устный опрос; контр. работы	тестирование; устный опрос; контр. работы	тестирование; контр. работы	тестирование; контр. работы
Курсовая работа	-	-	-	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	108 (экзамен)	36 (экзамен)	36 (экзамен)	36 (экзамен)	36 (экзамен)
Всего часов по дисциплине	576	144	144	144	144


4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения – очная


Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий			Форма текущего
		Аудиторные занятия	Занятия в	Самосто-	

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		


		лекции	практические занятия, семинары	лабораторные работы, практикумы	интерактивной форме	зачетная работа	контроля знаний
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>1 семестр</i>							
1.Измерения физических величин, обработка результатов измерений.	3	2				1	устный опрос; тестирование
2. Кинематика поступательного и вращательного движения материальной точки.	9	2	2	4		1	устный опрос; тестирование
3.Динамика материальной точки.Законы Ньютона.	9	2	2	4		1	устный опрос; тестирование
4.Закон сохранения импульса	84	2	1	4		1	устный опрос; тестирование
5.Неинерциальные системы отсчета, уравнение движения	3	2				1	устный опрос; тестирование
6..Движение тел переменной массы, уравнение Мещерского, формулы Циолковского	4	2	1			1	устный опрос; тестирование
7. Работа и энергия. Закон сохранения механической энергии.	4	2	1			1	устный опрос; тестирование
8.Столкновения тел, абсолютно упругий и неупругий удары	8	2	1	4		1	устный опрос; тестирование
9. Момент импульса, закон сохранения момента импульса	4	2	1			1	устный опрос; тестирование
10. Движение в поле тяготения. Законы Кеплера	4	2	1			1	устный опрос; тестирование
11. Уравнения движения твердого тела.Моменты инерции тел.	4	2	1			1	устный опрос; тестирование
12. Механика упругих тел. Закон Гука, модули Юнга, сдвига, кручения	8	2	1	4		1	устный опрос; тестирование

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

13. Механика жидкост-ти и газа, основные уравнения гидростатики и гидродинамики.	8	2	1	4		1	устный опрос; тестирование
14. Механические колебания, гармонические колебания, сложение колебаний.	8	2	1	4		1	устный опрос; тестирование
15. Уравнения гармонических колебаний, маятники математический и пружинный.	8	2	1	4		1	устный опрос; тестирование
16. Механические волны. Типы волн, волновые характеристики.	8	2	1	4		1	устный опрос; тестирование
17. Основы релятивистской кинематики и, динамики, работа и энергия	8	4	2			2	устный опрос; тестирование
<i>Экзамен по дисциплине</i>	36	-	-			-	-
ВСЕГО:	144	36	18	36	-	18	
2 семестр							
1. Элементы кинетической теории газов	10	4	2	4	2	2	устный опрос; тестирование
2. Статистические распределения	12	4	2	4	2	4	устный опрос; тестирование
3. Классическая теория теплоемкости	14	4	2	4	2	4	устный опрос; тестирование
4. Явления переноса	14	4	2	4	2	4	устный опрос; тестирование
5. Реальные газы и жидкости	14	4	2	4	2	4	устный опрос; тестирование
6. Термодинамический подход к описанию макросистем	14	4	2	4	2	4	устный опрос; тестирование
7. Первый принцип термодинамики	14	4	2	4	2	4	устный опрос; тестирование
8. Второй принцип термодинамики	12	4	2	4	2	2	устный опрос; тестирование
Всего	144	32	16	32	16	28	
3 семестр							
1. Электрическое	10	4	2	3		1	устный

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

поле в вакууме							опрос; тестирова ние
2. Проводники в электрическом Поле	8	2	1	3		2	устный опрос; тестирова ние
3. Электрическое поле в диэлектрике	8	2	1	4		1	устный опрос; тестирова ние
4. Энергия электрического поля	9	3	1	3		2	устный опрос; тестирова ние
5. Постоянный электрический ток	9	3	2	3		1	устный опрос; тестирова ние
6. Магнитное поле токов в вакууме	11	4	2	3		2	устный опрос; тестирова ние
7. Магнитное поле в веществе	8	2	1	3		2	устный опрос; тестирова ние
8. Взаимные превращения электрического и магнитного полей	8	2	2	3		1	устный опрос; тестирова ние
9. Электромагнитная индукция	12	4	2	4		2	устный опрос; тестирова ние
10. Уравнение Максвелла	11	4	2	3		2	устный опрос; тестирова ние
11. Электромагнитные колебания и волны	14	6	2	4		2	устный опрос; тестирова ние
Итого	144	36	18	36		18	
4 семестр							
1. Электромагнитные волны	14	4	2	4		4	устный опрос, отчет по лабораторной работе
2. Фотометрия	12	4	2	2		4	устный опрос, отчет по лабораторной работе
3. Геометрическая оптика	14	4	2	4		4	устный опрос, отчет по лабораторной работе

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

							ной работе
4. Оптические системы	12	4	2	2		4	устный опрос, отчет по лабораторной работе
5. Интерференция света	14	4	2	6		2	устный опрос, отчет по лабораторной работе
6. Дифракция света	14	4	2	6		2	устный опрос, отчет по лабораторной работе
7. Поляризация света	7	2	1	2		2	устный опрос, отчет по лабораторной работе
8. Молекулярная оптика	9	2	1	4		2	устный опрос, отчет по лабораторной работе
9. Тепловое излучение	7	2	1	2		2	устный опрос, отчет по лабораторной работе
10. Основы квантовой оптики	7	2	1	2		2	устный опрос, отчет по лабораторной работе
Экзамен по дисциплине	36	-	-	-	-	-	-
ИТОГО:	144	32	16	32		28	-

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1 семестр


Тема 1. Измерения физических величин и обработка их результатов.

Физические величины и их измерение. Системы единиц физических величин. Прямые и косвенные измерения. Погрешности измерений, их классификация. Методика оценки погрешностей прямых и косвенных измерений. Графическая обработка результатов измерений, суть метода наименьших квадратов.

Тема 2. Основные понятия кинематики материальной точки.

Векторы и системы координат. Векторный, координатный и естественный способы описания движения. Векторы перемещения, средней и мгновенной скорости, среднего и мгновенного ускорения. Тангенциальная и нормальная составляющие ускорения. Основные задачи кинематики материальной точки.

Тема 3. Кинематика твердого тела.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Разложение произвольного движения твердого тела на вращательное и поступательное, виды движения твердого тела. Понятие о степенях свободы и обобщенных координатах. Вращательное движение твердого тела: векторы угловой скорости и углового ускорения твердого тела, их связь с линейными величинами.

Тема 4. Сложное движение материальной точки.

Преобразования скорости и ускорения при переходе к другой системе отсчета.

Переносная скорость, переносное и кориолисово ускорение.

Тема 5. Законы Ньютона.

Инерциальные системы отсчета. Сила, масса, импульс. Законы Ньютона. Силы в механике, принцип суперпозиции сил. Принцип относительности и преобразования Галилея. Основные задачи динамики материальной точки.

Тема 6. Неинерциальные системы отсчета.

Основное уравнение динамики в неинерциальной системе отсчета, силы инерции. Центробежная сила инерции. Сила Кориолиса. Проявление сил инерции на Земле. Вес тела, невесомость. Маятник Фуко. Инертная и гравитационная масса. Принцип эквивалентности и общая теория относительности.

Тема 7. Динамика системы материальных точек. Закон сохранения импульса.

Система материальных точек, внешние и внутренние силы. Импульс системы, теорема о его изменении. Закон сохранения импульса. Центр масс системы, теорема о его движении.

Тема 8. Движение тела переменной массы.

Уравнение Мещерского. Реактивное движение. Формула Циолковского.

Тема 9. Работа и энергия. Закон сохранения энергии.

Работа постоянной и переменной силы. Средняя и мгновенная мощность. Кинетическая энергия, теорема об ее изменении. Консервативные силы. Потенциальная энергия. Связь силы с потенциальной энергией. Полная механическая энергия, законы ее изменения и сохранения. Внутренняя энергия. Общефизический закон сохранения энергии.

Тема 10. Столкновения тел.

Упругие и неупругие столкновения, применение законов сохранения импульса и энергии к их описанию. Система центра масс, приведенная масса. Абсолютно неупругое столкновение. Центральное и нецентральное столкновение упругих шаров; столкновение с массивной упругой стенкой.

Тема 11. Закон сохранения момента импульса.

Момент импульса материальной точки и системы частиц. Момент силы. Момент импульса и момент силы относительно оси. Уравнение моментов, закон сохранения момента импульса.

Тема 12. Силы тяготения.


Закон всемирного тяготения, взаимодействие точечных и распределенных масс. Напряженность и потенциал гравитационного поля, их связь. Теорема Гаусса для гравитационного поля.

Тема 13. Задача Кеплера.

Движение тел в поле центральных сил. Законы Кеплера движения планет. Закон сохранения момента импульса для движения в поле тяготения, 2-й закон Кеплера как его следствие. Вывод первого обобщенного закона Кеплера. Условия эллиптической, параболической и гиперболической траекторий. Вывод третьего закона Кеплера. Космические скорости.

Тема 14. Уравнения движения твердого тела.

Уравнения поступательного и вращательного движения твердого тела, условия равновесия твердого тела. Момент импульса при вращении твердого тела. Момент инерции твердого тела. Работа и энергия при вращательном движении твердого тела.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Тема 15. Моменты инерции.

Вычисление моментов инерции твердых тел. Примеры вычисления моментов инерции симметричных тел (стержень, цилиндр, шар). Теорема Гюйгенса–Штейнера. Тензор инерции твердого тела. Главные оси вращения и главные моменты инерции.

Тема 16. Частные случаи движения твердого тела.

Плоское движение. Маятник Максвелла. Скатывание тел с наклонной плоскости. Трение качения. Движение тела, закрепленного в точке. Гироскопы: свободный гироскоп, вынужденная прецессия оси гироскопа, гироскопические силы.

Тема 17. Механика упругих тел.

Упругие деформации, их виды. Закон Гука для малых деформаций растяжения, сдвига и кручения. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона, модуль сдвига, модуль кручения. Энергия упруго деформированного тела.

Тема 18. Механика жидкостей и газов.

Течение идеальной жидкости. Линии и трубки тока. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли. Вязкость. Течение вязкой жидкости по круглой трубе, формула Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течение, число Рейнольдса. Движение тел в жидкостях и газах: лобовое сопротивление и подъемная сила; подъемная сила крыла самолета.

Тема 19. Кинематика гармонических колебаний. Сложение колебаний.

Смещение, скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Амплитуда, фаза, период и частота колебаний. Сложение однонаправленных колебаний одинаковой частоты и с близкими частотами. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.

Тема 20. Динамика гармонических колебаний. Маятники.

Малые колебания системы с одной степенью свободы. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний и его решение. Энергия гармонических колебаний. Примеры колебательных систем и уравнения колебаний для них: физический, математический и крутильный маятники.

Тема 21. Затухающие и вынужденные колебания.

Уравнение движения колебательной системы при наличии силы вязкого трения. Частота затухающих колебаний и декремент затухания; логарифмический декремент затухания. Случай большого трения. Вынужденные колебания под действием гармонической силы. Частотные зависимости амплитуды и фазы установившихся вынужденных колебаний. Резонанс. Добротность колебательной системы и ее связь с шириной резонансной кривой.

Тема 22. Механические волны.


Уравнение плоской монохроматической волны, амплитуда, частота, волновое число, длина волны, фазовая скорость волны. Волновое уравнение и его решение. Энергия и плотность энергии гармонической бегущей волны, поток энергии, плотность потока энергии и интенсивность волны, вектор Умова. Стоячая волна, условие образования стоячей волны в ограниченном участке среды. Звуковые волны. Эффект Доплера.

Тема 23. Основы релятивистской механики.

Трудности классической физики. Преобразования Лоренца, относительность одновременности, замедление времени и сокращение длины. Постулаты СТО. Релятивистский закон сложения скоростей. Интервал. Релятивистские масса и импульс. Основное уравнение релятивистской динамики. Полная и кинетическая энергии, взаимосвязь массы и энергии. Связь между энергией и импульсом частицы.

2 семестр

1. Элементы кинетической теории газов

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Давление идеального газа. Уравнения состояния идеального газа. Внутренняя энергия идеального газа и ее связь с температурой. Фотонный газ.

2. Статистические распределения

Статистическое описание системы из большого числа частиц. Статистические законы, средние значения и флуктуации физических величин. Пример - распределение частиц по объему. Распределение молекул газа по скоростям. Равновесное распределение Максвелла (по вектору и модулю скорости) и его свойства, наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости. Распределение Больцмана и примеры его применения.

3. Классическая теория теплоемкости

Теплоемкость газов, теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Недостатки классической теории теплоемкости.

4. Явления переноса

Средняя длина свободного пробега молекул в газах. Диффузия, внутреннее трение, теплопроводность газов. Особенности ультраразреженных газов. Вычисление среднего квадрата смещения броуновских частиц. Измерение числа Авогадро.

5. Реальные газы и жидкости

Уравнение Ван-дер-Ваальса и его свойства. Фазовые переходы. Критическая температура, критические параметры.

6. Термодинамический подход к описанию макросистем

Термодинамическое равновесие, общий принцип термодинамики. Понятие температуры, нулевой принцип термодинамики. Классификация процессов.

7. Первый принцип термодинамики

Опыты Джоуля, понятие о внутренней энергии. Работа и количество теплоты. Первый принцип термодинамики. Соотношение Майера. Уравнение адиабаты для идеального газа. Внутренняя энергия идеального газа и газа Ван-дер-Ваальса. Процессы Джоуля-Гей-Люссака и Джоуля-Томпсона.

8. Второй принцип термодинамики

Проблема превращения теплоты в работу. Формулировки второго принципа термодинамики для тепловых и холодильных машин. Цикл Карно. Теорема Карно. Термодинамическая шкала температур. Приведенное количество теплоты, равенство Клаузиуса для обратимых процессов. Энтропия идеального газа. Основное уравнение термодинамики и некоторые его следствия (соотношения взаимности, термомеханические эффекты, уравнение Клапейрона-Клаузиуса). Необратимые процессы, неравенство Клаузиуса. Возрастание энтропии при необратимых процессах (с примерами). Статистический смысл энтропии и второго принципа термодинамики


3 семестр

Тема 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ВАКУУМЕ. Электрическое поле. Закон Кулона. Система единиц. Теорема Гаусса и ее применение. Циркуляция вектора напряженности электрического поля. Потенциал, его связь с напряженностью поля. Поле электрического диполя.

Тема 2. ПРОВОДНИКИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ. Поле в веществе. Поле внутри и снаружи проводника. Силы, действующие на проводник. Общая задача электростатики. Уравнение Пуассона и Лапласа. Метод изображений. Электроемкость, конденсаторы.

Тема 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ДИЭЛЕКТРИКЕ. Поляризация диэлектрика, типы поляризации. Вектор электростатического смещения. Граничные условия. Поле в однородном диэлектрике..

Тема 4. ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. Энергия системы зарядов. Энергия

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

заряженных проводника и конденсатора. Плотность энергии электрического поля. Силы, действующие на диэлектрик в электрическом поле.

Тема 5. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. Плотность тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома для однородного проводника. Обобщенный закон Ома. Разветвление цепи. Правила Кирхгофа. ЭДС. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Дифференциальная форма законов постоянного тока. Переходные процессы.

Тема 6. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКОВ В ВАКУУМЕ. Магнитное взаимодействие токов. Вектор индукции магнитного поля. Сила Лоренца. Применение теоремы о циркуляции индукции. Дифференциальная форма законов магнитного поля. Момент сил, действующих на контур с током. Работа в магнитном поле.

Тема 7. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ВЕЩЕСТВЕ. Намагничивание вещества. Вектор намагниченности магнитного поля. Граничные условия для магнитного поля. ЭПР. Диамагнетизм и парамагнетизм. Ферро- и ферримагнетизм.

Тема 8. ВЗАИМНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И МАГНИТНОГО ПОЛЕЙ. Электромагнитное поле. Инвариантность заряда. Законы преобразования электрического и магнитного полей, их следствия. Инварианты электромагнитного поля.

Тема 9. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Природа электромагнитной индукции. Самоиндукция и взаимная индукция. Индуктивность и емкость в цепи переменного тока. Энергия и силы в магнитном поле. Энергия двух контуров с током.

Тема 10. УРАВНЕНИЕ МАКСВЕЛЛА. Вихревое электрическое поле. Индукционный ускоритель. Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Полная система уравнений электромагнитного поля. Энергия и поток энергии. Вектор Пойнтинга. Импульс электромагнитного поля. Системы единиц электромагнитных величин.

Тема 11. Электромагнитные колебания и волны. Колебательный контур. Свободные незатухающие, затухающие и вынужденные колебания. Резонанс токов и напряжений. Параметрический резонанс. Переменный ток. Закон Ома для переменного тока. Комплексные сопротивления. Электромагнитные волны. Шкала электромагнитных волн. Плоская монохроматическая волна. Волны в среде. Групповая и фазовая скорости. Скин-эффект.

4 семестр

Тема 1. Электромагнитные волны


Основные законы оптики. Главные этапы развития оптических теорий. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме. Электромагнитная волна. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Плоская электромагнитная волна. Экспериментальное исследование электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн. Импульс электромагнитного поля. Излучение диполя

Тема 2. Фотометрия

Световые и энергетические потоки. Относительная спектральная чувствительность среднего человеческого глаза. Основные фотометрические величины. Связь световых и энергетических величин.

Тема 3. Геометрическая оптика

Понятие светового луча. Основные законы геометрической оптики: прямолинейного распространения света, независимости световых лучей, отражения и преломления. Гомоцентрический пучок лучей. Стигматические точки. Преломления на сферической поверхности. Фокусные расстояния и фокальные плоскости. Отражение на

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

сферической поверхности. Линзы. Оптические оси линзы. Центрированные оптические системы. Тонкие линзы. Фокусы линзы. Формулы линзы Гаусса и Ньютона. Построение изображений в собирающей и рассеивающей линзах. Оптическая сила линзы. Толстая линза.

Тема 4. Оптические системы

Основы Гауссовой оптики. Узловые точки и плоскости. Сложение оптических систем. Оптические инструменты. Диафрагма, входной и выходной зрачок, входное и выходное окно. Глаз как оптическая система. Лупа, микроскоп, зрительная труба, телескоп, фотоаппарат, проекционные устройства. Аберрации оптических систем. Ограничения построения изображений в оптических устройствах. Сферическая аберрация, кома. Астигматизм, дисторсия. Хроматические аберрации.

Тема 5. Интерференция света

Интерференция световых волн. Когерентность. Способы наблюдения интерференции света. Интерференция от тонких пластинок. Интерферометр Майкельсона. Многолучевая интерференция

Тема 6. Дифракция света

Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля от простейших преград. Дифракция Фраунгофера от щели. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей. Разрешающая сила объектива. Голография

Тема 7. Поляризация света

Естественный и поляризованный свет. Поляризация при отражении и преломлении. Поляризация при двойном лучепреломлении. Интерференция поляризованных лучей. Прохождение плоскополяризованного света через кристаллическую пластинку. Кристаллическая пластинка между двумя поляризаторами. Искусственное двойное лучепреломление. Вращение плоскости поляризации

Тема 8. Молекулярная оптика

Дисперсия света. Групповая скорость. Элементарная теория дисперсии. Поглощение света. Рассеяние света.


Тема 9. Тепловое излучение

Особенности теплового излучения. Испускательная способность. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Излучение нечерных тел. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Формула Релея-Джинса. Гипотеза Планка. Формула излучения Планка. Применение законов теплового излучения: оптическая пирометрия, источники света.

Тема 10. Основы квантовой оптики

Фотоэлектрический эффект. опыты Столетова. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Внутренний фотоэффект. Эффект Комптона. Теория явления Комптона. Давление света. Принцип действия лазера. Полупроводниковые лазеры. Твердотельные лазеры. Жидкостные и газовые лазеры. Применение лазеров.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

1 семестр

- Тема 1. Основные понятия кинематики материальной точки.
Тема 2. Основные задачи кинематики материальной точки.
Тема 3. Кинематика криволинейного движения материальной точки.
Тема 4. Кинематика вращательного движения твердого тела.
Тема 5. Движение под действием постоянных сил.
Тема 6. Движение под действием переменной силы.
Тема 7. Динамика криволинейного движения.
Тема 8. Неинерциальные системы отсчета.
Тема 9. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения импульса.
Тема 10. Движение тела переменной массы.
Тема 11. Работа, мощность, кинетическая и потенциальная энергия.
Тема 12. Законы сохранения и изменения полной механической энергии.
Тема 13. Столкновения тел.
Тема 14. Закон сохранения момента импульса.
Тема 15. Всемирное тяготение.
Тема 16. Вычисление моментов инерции.
Тема 17. Поступательное и вращательное движение твердого тела.
Тема 18. Законы сохранения при вращении твердого тела. Плоское движение.
Тема 19. Гидродинамика.
Тема 20. Кинематика гармонических колебаний. Сложение колебаний.
Тема 21. Динамика гармонических колебаний. Маятники.
Тема 22. Затухающие и вынужденные колебания.
Тема 23. Упругие волны.
Тема 24. Релятивистская кинематика.
Тема 25. Релятивистская динамика.

2 семестр

Раздел 1. Уравнение состояния газа. Процессы.

- Тема 1.* Уравнение состояния идеального газа.
Тема 2. Барометрическая формула.
Тема 3. Уравнение состояния Ван-дер-ваальсовского газа.

Раздел 2. Первое начало термодинамики. Теплоемкость.


- Тема 1.* Первое начало термодинамики.
Тема 2. Работа, совершаемая газом.
Тема 3. Внутренняя энергия идеального газа.
Тема 4. Внутренняя энергия Ван-дер-ваальсовского газа.

Раздел 3. Распределения Максвелла и Больцмана.

- Тема 1.* Столкновения молекул.
Тема 2. Закон равнораспределения энергии по степеням свободы.
Тема 3. Распределение энергии по степеням.
Тема 4. Средние значения физических величин и флуктуации
Тема 5. Распределение Больцмана.

Раздел 4. Второе начало термодинамики. Энтропия.

- Тема 1.* КПД тепловой машины.
Тема 2. Приращение энтропии системы.
Тема 3. Связь между энтропией и статистическим весом

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Раздел 5. Жидкости. Капиллярные явления.

Тема 1. Формула Лапласа.

Тема 2. Поверхностное натяжение.

Раздел 6. Фазовые превращения.

Тема 2. Изотермы Ван-дер-Ваальса.

Тема 3. Уравнение Клапейрона-Клазиуса.

Раздел 7. Явления переноса.

Тема 1. Кинематические характеристики.

Тема 2. Теплопроводность.

Тема 3. Диффузия.

3 семестр

Тема 1. Постоянное электрическое поле в вакууме.

Семинар по теме 1 (2ч).

Практическое занятие по теме 1 (решение расчётных задач - 2ч).

Тема 2. Проводники и диэлектрики в электрическом поле.

Семинар по теме 2 (2ч).

Практическое занятие по теме 2 (решение расчётных задач - 2ч).

Тема 3. Емкость. Энергия электрического поля.

Семинар по теме 3 (2ч).

Практическое занятие по теме 3 (решение расчётных задач - 2ч).

Тема 4. Электрический ток.

Семинар по теме 4 (2ч).

Практическое занятие по теме 4 (решение расчётных задач - 2ч).

Тема 5. Постоянное магнитное поле. Магнетики.

Семинар по теме 5 (2ч).

Практическое занятие по теме 5 (решение расчётных задач - 2ч).

Тема 6. Электромагнитная индукция. Уравнения Максвелла.

Семинар по теме 6 (2ч).

Практическое занятие по теме 6 (решение расчётных задач - 2ч).

Тема 7. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях.

Семинар по теме 7 (2ч).

Практическое занятие по теме 7 (решение расчётных задач - 2ч).

Тема 8. Электрические колебания.


Семинар по теме 8 (2ч).

Практическое занятие по теме 8 (решение расчётных задач - 4ч).

4 семестр

Практические (семинарские занятия) представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является решение задач. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студента

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

ЗАНЯТИЕ 1

Форма проведения – семинар, дискуссия.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения).

Понятие колебания и волны. Особенности электромагнитной волны. Поток электромагнитной энергии. Среднее значение плотности потока энергии. Излучение волны диполем. Волновая зона. Диаграмма направленности излучения

Задачник Иродова задачи 4.218, 4.222, 4.225, 4.254

Задание для домашней проработки:

задача 4.226, 4.227, 4.229, 4.255

Тема 2. Фотометрия

ЗАНЯТИЕ 2

Форма проведения – семинар, дискуссия.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения).

Основные понятия фотометрии. Световой поток и освещенность. Сила света. Светимость и яркость.

Задачник Иродова задачи 5.1, 5.2, 5.4, 5,10

Задание для домашней проработки:

задача 5.5, 5.7, 5,8

Тема 3. Геометрическая оптика

ЗАНЯТИЕ 3

Форма проведения – семинар, дискуссия.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения).

Основные законы геометрической оптики. Закон преломления. Призма.

Задачник Иродова задачи 5.16, 5.17, 5.22, 5,20

Задание для домашней проработки:

задача 5.18, 5,24, 5,25

Тема 4. Оптические системы.

ЗАНЯТИЕ 4

Форма проведения – семинар, дискуссия.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения).

Основные понятия оптических систем. Изображение, Увеличение, Светосила.

Задачник Иродова задачи 5.36а, 5.37, 5.39, 5.40, 5,42

Задание для домашней проработки:

задача 5.36в, 5.38, 5.45, 5.57

Тема 5. Интерференция света

ЗАНЯТИЕ 5

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Форма проведения – семинар, дискуссия.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения).

Понятие интерференции. Интерференция в опыте Юнга. Интерференция в опыте с Бипризмой Френеля. Интерференция при отражении от тонкой пластинки. Кольца Ньютона.

Задачник Иродова задачи 5.73, 5.78, 5.83, 5.93

Задание для домашней проработки:

задача 5.80, 5.79, 5,85, 5.91

Тема 6. Дифракция света

ЗАНЯТИЕ 6

Форма проведения – семинар, дискуссия.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения).

Дифракция Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Фраунгофера.

Задачник Иродова задачи 5.102, 5.104, 5,124, 5,155

Задание для домашней проработки:

задача 5.103, 5.105, 5.125, 5.156

Тема 7. Поляризация света

ЗАНЯТИЕ 7

Форма проведения – семинар, дискуссия.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения).

Поляризованный и естественный свет. Степень поляризации. Формулы Френеля для интенсивности отраженного света. Кристаллооптика.

Задачник Иродова задачи 5.171, 5.174, 5.180а, 5. 192

Задание для домашней проработки:

задача 5.176, 5.180б,

Тема 8. Дисперсия света

ЗАНЯТИЕ 8

Форма проведения – семинар, дискуссия.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения).

Дисперсия света. Групповая скорость. Элементарная теория дисперсии. Поглощение света. Рассеяние света.

Задачник Иродова задачи 5,215, 5.216, 5,225, 5,229

Задание для домашней проработки:


задача 5.217, 5,223, 5.220тов по соответствующим темам курса.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- решение задач у доски;
- самостоятельное решение задач во время контрольных работ.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

1 семестр

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Лабораторная работа № 1. Изучение колебаний математического маятника.

Цель и содержание работы: изучение свободных колебаний маятника, с хорошей точностью удовлетворяющего модели математического маятника, оценка точности реализации этой модели в лабораторной установке.

Основные результаты: определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.

Лабораторная работа № 2. Изучение законов равноускоренного движения на машине Атвуда.

Цель и содержание работы: изучение устройства машины Атвуда, исследование зависимости ускорения груза от высоты падения и массы перегрузка, оценка влияния сил трения на результат эксперимента.

Основные результаты: экспериментальная проверка законов равноускоренного движения, определение ускорения свободного падения.

Лабораторная работа № 3. Определение ускорения свободного падения при помощи оборотного маятника (метод Бесселя).

Цель и содержание работы: изучение теории свободных малых колебаний физического маятника, ознакомление с устройством оборотного маятника и методом Бесселя определения ускорения свободного падения.

Основные результаты: экспериментальное определение ускорения свободного падения методом Бесселя.

Лабораторная работа № 4. Изучение законов вращательного движения твердого тела на крестообразном маятнике Обербека.

Цель и содержание работы: изучение основного закона вращательного движение твердых тел и его экспериментальная проверка с помощью маятника Обербека; исследование зависимости ускорения падающего груза от момента внешней силы и момента инерции маятника, оценка влияния сил трения на результаты эксперимента.

Основные результаты: экспериментальная проверка следствий из основного закона вращательного движения твердых тел; экспериментальное определение момента инерции вращающегося твердого тела.

Лабораторная работа № 5. Определение момента инерции и проверка теоремы Гюйгенса – Штейнера методом крутильных колебаний.

Цель и содержание работы: изучение метода определения моментов инерции твердых тел с помощью крутильных колебаний трифилярного подвеса.

Основные результаты: экспериментальная проверка теоремы Гюйгенса – Штейнера.

Лабораторная работа № 6. Изучение эллипсоида инерции твердых тел.


Цель и содержание работы: ознакомление с понятиями тензора и эллипсоида инерции, изучение метода определения моментов инерции твердых тел с помощью крутильных колебаний.

Основные результаты: определение моментов инерции прямоугольного параллелепипеда относительно различных осей вращения.

Лабораторная работа № 7. Изучение прецессии оси гироскопа.

Цель и содержание работы: изучение явления вынужденной прецессии оси гироскопа под действием момента внешних сил.

Основные результаты: экспериментальное определение угловой скорости прецессии

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

и расчет момента инерции гироскопа.

Лабораторная работа № 8. Определение скорости полета пули с помощью крутильного баллистического маятника.

Цель и содержание работы: изучение неупругого соударения тел и крутильных колебаний маятника; ознакомление с методом определения скорости пули с помощью баллистического маятника, основанным на применении законов сохранения энергии и момента импульса.

Основные результаты: экспериментальное определение скорости полета пули.

Лабораторная работа № 9. Изучение движение маятника Максвелла.

Цель и содержание работы: ознакомление с плоским движением твердого тела и изучение закона сохранения энергии на примере движения маятника Максвелла

Основные результаты: экспериментальное и теоретическое определение момента инерции маятника Максвелла, расчет работы сил трения при его движении.

Лабораторная работа № 10. а) Определение модуля Юнга методом изгиба;

б) Определение модуля сдвига с помощью пружинного маятника.

Цель и содержание работы: изучение различных видов упругих деформаций, закона Гука для малых деформаций и экспериментальных методов определения упругих констант материалов.

Основные результаты: определения модуля Юнга материала металлической пластины и модуля сдвига материала пружины.

Лабораторная работа № 11. Определение времени соударения шаров и модуля Юнга.

Цель и содержание работы: изучение явления упругого соударения тел; ознакомление с методом определения упругих констант материала шаров исходя из времени их соударения.

Основные результаты: экспериментальное определение модуля Юнга материала шаров.

Лабораторная работа № 12. Изучение затухающих колебаний физического маятника.

Цель и содержание работы: изучение теории затухающих колебаний; исследование свободных колебаний физического маятника при различных значениях коэффициента сопротивления.

Основные результаты: экспериментальное определение характеристик затухания колебаний маятника.


Лабораторная работа № 13. Определение коэффициентов трения качения и трения скольжения с помощью наклонного маятника.

Цель и содержание работы: изучение теории свободных колебаний маятника с учетом сил трения; ознакомление с методом измерения коэффициентов трения скольжения и качения с помощью наклонного маятника.

Основные результаты: экспериментальное определение коэффициентов трения скольжения и трения качения стального шара по стальной пластине.

Лабораторная работа № 14. Изучение поперечных колебаний струны.

Цель и содержание работы: изучение основных закономерностей распространения волн в упругой среде и условия образования стоячих волн в струне; экспериментальное

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

определение собственных частот колебаний струны и расчет скорости упругой волны.

Основные результаты: экспериментальная проверка теоретической зависимости скорости поперечных волн в струне от силы ее натяжения.

Лабораторная работа № 15. Вынужденные колебания в системе с двумя степенями свободы.

Цель и содержание работы: ознакомление с теорией колебаний систем с двумя степенями свободы; экспериментальное исследование свободных и вынужденных колебаний системы двух связанных маятников.

Основные результаты: определение парциальных и собственных частот колебательной системы, снятие амплитудно-частотной характеристики вынужденных колебаний.

Лабораторная работа № 16. Определение коэффициента трения качения.

Цель и содержание работы: изучение явления трения качения и законов вращательного и колебательного движения твердых тел.

Основные результаты: экспериментальное определение коэффициента трения качения металлического цилиндра по металлической поверхности.

2 семестр

Лабораторная работа №1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ ВОЗДУХА КАПИЛЛЯРНЫМ МЕТОДОМ

Цель работы: изучение вязкости (внутреннего трения) как одного из явлений переноса в газах, определение коэффициента вязкости воздуха по скорости истечения через капилляр (с использованием формулы Пуазейля), оценка средней длины свободного пробега молекул воздуха.

Лабораторная работа №2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ МОЛЯРНЫХ ТЕПЛОЁМКОСТЕЙ ВОЗДУХА ПРИ ПОСТОЯННОМ ДАВЛЕНИИ И ОБЪЁМЕ МЕТОДОМ КЛЕМАНА - ДЕЗОРМА

Цель работы: изучение процессов в идеальных газах, определение отношения теплоёмкостей газа методом адиабатического расширения (Клемана - Дезорма).

Лабораторная работа № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЯРНОЙ МАССЫ И ПЛОТНОСТИ ГАЗА МЕТОДОМ ОТКАЧКИ

Цель работы: ознакомление с одним из методов определения молярной массы и плотности газа.

Лабораторная работа № 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ ВИСКОЗИМЕТРОМ ОСТВАЛЬДА

Цель работы: определение кинематической вязкости исследуемых растворов в зависимости от температуры; определение энергии активации молекулы исследуемой жидкости.

Лабораторная работа № 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ СВОБОДНОГО ПРОБЕГА МОЛЕКУЛ ВОЗДУХА

Цель работы: изучение молекулярно-кинетической теории газов и явлений переноса; определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха.

Лабораторная работа №6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ ПО МЕТОДУ СТОКСА

Цель работы: определение коэффициента вязкости глицерина при различных температурах, определение числа Рейнольдса.

Лабораторная работа №7. ИЗМЕРЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЁМКОСТИ ЖИДКОСТИ

Цель работы: знакомство с методикой измерения теплоёмкости жидкости с использованием адиабатического калориметра.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Лабораторная работа №8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОЁМКОСТИ ТВЁРДЫХ ТЕЛ

Цель работы- определение теплоёмкости образцов металлов калориметрическим методом с использованием электрического нагрева.

Лабораторная работа № 9. ИЗМЕРЕНИЕ СКРЫТОЙ ТЕПЛОТЫ ПЛАВЛЕНИЯ И УДЕЛЬНОЙ ЭНТРОПИИ ОЛОВА

Цель работы: проведение калориметрических измерений при плавлении и кристаллизации олова; расчет скрытой теплоты плавления и удельной энтропии.

Лабораторная работа № 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МЕТОДОМ НАГРЕТОЙ НИТИ

Цель работы: изучение теплопроводности как одного из явлений переноса в газах, определение коэффициента теплопроводности воздуха.

Лабораторная работа №11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ С ПОМОЩЬЮ ТОРСИОННЫХ ВЕСОВ

Цель работы:ознакомление с явлением поверхностного натяжения жидкостей, изучение работы торсионных весов; измерение коэффициентов поверхностного натяжения мыльных растворов различной концентрации.

Лабораторная работа № 12. ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНО-ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН

Цель работы: изучение поверхностных капиллярно-гравитационных волн, измерение коэффициента поверхностного натяжения воды.

Лабораторная работа №13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ПО ВЫСОТЕ ПОДНЯТИЯ ЖИДКОСТИ

Цель работы: изучение капиллярных явлений; ознакомление с устройством катетометра; экспериментальное определение коэффициента поверхностного натяжения жидкостей.

Лабораторная работа № 14. ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРОНОВ ПО СКОРОСТЯМ

Цель работы: экспериментальная проверка закона Ричардсона – Дэшмана для термоэлектронов; определение температуры электронного газа и работы выхода.

Лабораторная работа № 15. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ ПАРООБРАЗОВАНИЯ ВОДЫ

Цель работы: определение удельной и молярной теплоты парообразования воды при фазовом переходе первого рода по экспериментально полученной зависимости давления насыщенных паров от температуры.

Лабораторная работа №16. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЗАИМНОЙ ДИФФУЗИИ ВОЗДУХА И ВОДЯНОГО ПАРА

Цель работы: изучение диффузии как одного из явлений переноса; определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара по скорости испарения жидкости с капилляра.


Лабораторная работа № 17. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ТЕПЛОЁМКОСТЕЙ ВОЗДУХА ПРИ ПОСТОЯННЫХ ДАВЛЕНИИ И ОБЪЁМЕ РЕЗОНАНСНЫМ МЕТОДОМ

Цель работы: изучение процесса распространения звуковой волны, измерение скорости звука в воздухе резонансным методом и определение отношения теплоёмкостей.

3 семестр

Лабораторная работа № 1. Изучение электронного осциллографа.

Цель и содержание работы: ознакомление с устройством и работой электронного

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

осциллографа.

Лабораторная работа № 2. Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона.

Цель и содержание работы: измерение удельного заряда e/m электрона методом магнетрона.

Лабораторная работа № 3. Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла.

Цель и содержание работы: исследование магнитного поля на оси соленоида с использованием датчика Холла.

Лабораторная работа № 4. Изучение явления взаимной индукции.

Цель и содержание работы: исследование явления взаимной индукции двух коаксиально расположенных (соосных катушек).

Лабораторная работа № 5. Определение работы выхода электронов из металла.

Цель и содержание работы: построение и изучение вольт-амперной характеристики двухэлектродной лампы (диода); исследование зависимости плотности тока насыщения термоэлектронной эмиссии от температуры катода и определение работы выхода электрона из вольфрама методом прямых Ричардсона.

Лабораторная работа № 6. Изучение гистерезиса электромагнитных материалов.

Цель и содержание работы: изучение гистерезиса ферромагнитных материалов, расчет и построение основной кривой намагничивания, расчет работы перемагничивания и коэрцитивной силы.

Лабораторная работа № 7. Изучение процесса зарядки и разрядки конденсатора.

Цель и содержание работы: изучение временных зависимостей процессов зарядки и разрядки конденсатора при различных параметрах RC электрической цепи и вычисление времени релаксации.

Лабораторная работа № 8. Изучение электрических процессов в простых линейных цепях при действии гармонической электродвижущей силы.


Цель и содержание работы: изучение электрических процессов в цепях, состоящих из последовательного соединения элементов: а) двух резисторов (цепь RR). б) резистора и конденсатора (цепь RC); в) резистора и катушки индуктивности (цепь RL); измерение коэффициента передачи цепей RR, RC, RL; изучение зависимости коэффициента передачи цепей RC и RL от частоты входного сигнала; оценка параметров цепей R, L, C; определение разности фаз между колебаниями тока в изучаемых цепях и входным напряжением.

Лабораторная работа № 9. Исследование затухающих колебаний в колебательном контуре.

Цель и содержание работы: изучение параметров и характеристик реального колебательного контура.

Лабораторная работа № 10. Изучение вынужденных колебаний в колебательном контуре.

Цель и содержание работы: изучение зависимости величины тока в

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

колебательном контуре от частоты источника ЭДС, включенного в контур, и измерение резонансной частоты контура.

4 семестр

Лабораторная работа: 1. Определение показателя преломления пластины и призмы

Задачи: изучение основных теорий и моделей волновой и геометрической оптики, планировать и осуществлять учебный эксперимент; оценивать результаты эксперимента;

Лабораторная работа: 2. Определение показателя преломления с помощью рефрактометра

Задачи: изучение основных теорий и моделей волновой и геометрической оптики, планировать и осуществлять учебный эксперимент; оценивать результаты эксперимента;

Лабораторная работа: 3. Определение кардинальных элементов оптических систем

Задачи: изучение основных теорий и моделей волновой и геометрической оптики, планировать и осуществлять учебный эксперимент; оценивать результаты эксперимента;

Лабораторная работа: 4. Моделирование оптических приборов и определение их увеличения.

Задачи: изучение основных теорий и моделей волновой и геометрической оптики, планировать и осуществлять учебный эксперимент; оценивать результаты эксперимента;

Лабораторная работа: 5. Фотометрические измерения на скамье ФС-М.

Задачи: изучение основных теорий и моделей волновой и геометрической оптики, планировать и осуществлять учебный эксперимент; оценивать результаты эксперимента;

Лабораторная работа: 6. Измерение интенсивности в лазерном пучке.

Задачи: изучение основных теорий и моделей волновой и геометрической оптики, планировать и осуществлять учебный эксперимент; оценивать результаты эксперимента;

Лабораторная работа: 7. Изучение интерференции света с лазерным источником света.

Задачи: изучение основных теорий и моделей волновой и геометрической оптики, планировать и осуществлять учебный эксперимент; оценивать результаты эксперимента;

Лабораторная работа: 8. Исследование интерференции света в тонких пленках на примере колец Ньютона.


Задачи: изучение основных теорий и моделей волновой и геометрической оптики, планировать и осуществлять учебный эксперимент; оценивать результаты эксперимента;

Лабораторная работа: 9. Интерферометр Маха-Цендера.

Задачи: изучение основных теорий и моделей волновой и геометрической оптики, планировать и осуществлять учебный эксперимент; оценивать результаты эксперимента;

Лабораторная работа: 10. Изучение дифракции света.

Задачи: изучение основных теорий и моделей волновой и геометрической оптики, планировать и осуществлять учебный эксперимент; оценивать результаты эксперимента;

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Лабораторные работы представляют из себя проведение студентами экспериментов по заданной тематике с последующей обработкой и анализом полученных данных. Каждая работа практикума также включает устный опрос студентов по темам, непосредственно связанным с темами лабораторных работ.

Активность на лабораторном практикуме оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- выполнение экспериментов-упражнений в рамках тем лабораторных работ.

Данные занятия проверяют степень владения теоретическим материалом, помогают закрепить теоретические знания посредством иллюстрации на реальных примерах, а также формируют навыки подготовки и проведения эксперимента и обработки его данных.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ


Данный вид работы не предусмотрен УП.

9.


П

ЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ


1. Система координат и тело отсчета. Часы. Система отсчета.
2. Кинематика точки и системы материальных точек. Способы описания движения. Уравнение кинематической связи. Закон движения.
3. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея.
4. Законы динамики. Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона. Первый, второй и третий законы Ньютона. Уравнение движения и его решение. Роль начальных условий.
5. Законы, описывающие индивидуальные свойства сил. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Законы для сил сухого и вязкого трения. Явление застоя. Явление заноса.
6. Тело как система материальных точек. Число степеней свободы системы. Изолированная и замкнутая системы материальных точек. Закон сохранения импульса.
7. Центр масс. Теорема о движении центра масс.
8. Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского.
9. Движение тел с переменной массой. Формула Циолковского.
10. Момент импульса материальной точки. Момент силы. Закон сохранения момента импульса для материальной точки.
11. Работа силы. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Консервативные силы. Потенциальная энергия.
12. Консервативные силы и консервативные системы. Связь консервативных сил с потенциальной энергией. Закон сохранения механической энергии.
13. Соударения тел. Абсолютно упругий и абсолютно неупругий удары. Законы сохранения при соударениях тел.
14. Неинерциальные системы отсчета. Движение материальной точки в неинерциальной системе отсчета. Силы инерции. Переносная и кориолисова силы инерции. Центробежная сила инерции.
15. Кориолисова сила инерции. Примеры ее проявления на Земле.
16. Принцип эквивалентности Эйнштейна. Изменение темпа хода часов в гравитационном поле.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		


17. Основные понятия теории относительности. Пространство и время в релятивистской механике. Два постулата Эйнштейна. Синхронизация часов.
18. Преобразования Лоренца. Инварианты преобразований Лоренца.
19. Собственная длина и собственное время. Лоренцево сокращение длины движущихся отрезков. Релятивистское замедление темпа хода движущихся часов.
20. Сложение скоростей в релятивистской механике.
21. Преобразования Галилея как предельный случай преобразований Лоренца.
22. Событие. Интервал между событиями. Инвариантность интервала. Светоподобные, времени-подобные и пространственно-подобные интервалы.
23. Относительность одновременности. Интервал между событиями. Причинно-следственная связь между событиями. Скорость света как максимальная скорость распространения сигналов.
24. Кинематика твердого тела. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Плоское движение. Мгновенная ось вращения.
25. Динамика твердого тела. Уравнение движения центра масс и уравнение моментов. Динамика плоского движения твердого тела.
26. Кинетическая энергия твердого тела при плоском движении.
27. Момент импульса твердого тела. Тензор инерции. Осевые и центробежные моменты инерции.
28. Главные и центральные оси вращения. Силы, действующие на вращающееся тело. Свободные оси вращения.
29. Движение твердого тела с закрепленной точкой. Гироскопы. Прецессия гироскопа. Угловая скорость прецессии.
30. Гироскопические силы. Волчки.
31. Основы механики деформируемых сред. Типы деформаций. Упругая и остаточная деформации. Деформации растяжения, сжатия, сдвига, кручения, изгиба. Количественная характеристика деформаций.
32. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Модуль сдвига. Связь между модулем Юнга и модулем сдвига.
33. Энергия деформированного твердого тела. Объемная плотность энергии деформируемого тела.
34. Свободные колебания системы с одной степенью свободы. Уравнение незатухающих колебаний. Его решение.
35. Свободные гармонические колебания. Амплитуда колебаний. Частота и период колебаний. Фаза и начальная фаза. Начальные условия.
36. Сложение гармонических колебаний. Биения. Частота биений. Фигуры Лиссажу.
37. Затухающие колебания. Уравнение затухающих колебаний. Его решение. Показатель затухания. Логарифмический декремент затухания. Время релаксации. Добротность.
38. Вынужденные колебания. Уравнение вынужденных колебаний. Его решение. Процесс установления колебаний.
39. Резонанс. Амплитудная резонансная кривая. Ширина амплитудной резонансной кривой и добротность.
40. Фазовая резонансная кривая. Работа внешней силы при вынужденных колебаниях.
41. Параметрическое возбуждение колебаний. Автоколебания.
42. Связанные колебательные системы. Нормальные колебания (моды). Нормальные частоты.
43. Волны. Распространение «импульса» в среде. Продольные и поперечные волны.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		


- Уравнение бегущей волны. Скорость волны и скорости «частиц».
44. Волновое уравнение. Его решение. Плоская гармоническая бегущая волна. Волны смещений, скоростей, деформаций.
 45. Волны на струне, в стержне, в газовой среде. Связь скорости волны со свойствами среды.
 46. Отражение волн от границы раздела двух сред. Основные случаи граничных условий.
 47. Стоячие волны. Распределение амплитуд смещений, скоростей и деформаций «частиц» в стоячей волне. Узлы и пучности.
 48. Нормальные колебания струны, стержня, столба газа. Акустические резонаторы, резонаторы Гельмгольца.
 49. Поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова.
 50. Движение со сверхзвуковой скоростью. Ударные волны.
 51. Элементы акустики. Звуковые волны. Громкость звука. Тембр звука.
 52. Эффект Доплера.
 53. Основы гидро-и аэростатики. Закон Паскаля. Гидравлический пресс.
 54. Распределение давления в покоящейся жидкости (газе) в поле сил тяжести. Барометрическая формула.
 55. Закон Архимеда. Условия устойчивого плавания тел.
 56. Стационарное течение жидкости (газа). Линии тока. Трубки тока. Идеальная жидкость. Течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли.
 57. Сила вязкости. Закон Ньютона для вязкого трения. Число Рейнольдса.
 58. Течение вязкой жидкости по трубе. Формула Пуазейля.
 59. Ламинарное и турбулентное течение. Число Рейнольдса. Лобовое сопротивление при обтекании тел.
 60. Распределение молекул по объёму сосуда в отсутствие внешних силовых полей. Флуктуации числа молекул.
 61. Биномиальное распределение для числа молекул. Предельные переходы к распределениям Гаусса и Пуассона.
 62. Распределение Максвелла по вектору скорости.
 63. Распределение Максвелла по модулю скорости. Наиболее вероятная, средняя и средняя квадратичная скорости.
 64. Барометрическая формула. Распределение Больцмана, распределение Максвелла-Больцмана. Опыт Перрена.
 65. Молекулярно-кинетический расчет давления идеального газа. Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева).
 66. Классическая теория теплоёмкости газов и её недостатки.
 67. Средняя длина свободного пробега молекул газа (вывод формулы, оценки).
 68. Диффузия в газах. Закон Фика, расчёт коэффициента диффузии.
 69. Внутреннее трение в газах. Формула Ньютона, расчет вязкости.
 70. Теплопроводность газов. Закон Фурье, расчет коэффициента теплопроводности.
 71. Броуновское движение. Формула Эйнштейна. Измерение числа Авогадро.
 72. Учёт конечности размера и притяжения молекул. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса и реального газа.
 73. Изотермы реального газа. Правило рычага. Фазовые превращения в изохорическом процессе. Критическое состояние, критические параметры газа Ван-дер-Ваальса.
 74. Общий и нулевой принципы термодинамики. Измерение температуры. Классификация процессов.
 75. Первый принцип термодинамики. Внутренняя энергия идеального газа. Примеры применения: соотношение Майера, уравнение адиабаты для идеального газа.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		


76. Вывод выражения для внутренней энергии газа Ван-дер-Ваальса. Расширение газа (идеального, Ван-дер-Ваальса) в пустоту (процесс Джоуля-Гей-Люссака).
77. Процесс Джоуля-Томсона. Энтальпия.
78. Второй принцип термодинамики. Формулировки Томсона и Клаузиуса, их эквивалентность.
79. Цикл Карно и его КПД. Первая теорема Карно.
80. Вторая теорема Карно. КПД произвольного обратимого цикла.
81. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса (с примерами применения).
82. Равенство Клаузиуса. Энтропия. Энтропия идеального газа.
83. Связь между термическим и калорическим уравнениями состояния (примеры - идеальный газ, газ Ван-дер-Ваальса).
 84. Неравенство Клаузиуса. Закон возрастания энтропии (с примерами).
 85. Закон Кулона и напряженность электрического поля точечного и неточечного зарядов.
 86. Потенциал электрического поля точечного и неточечных зарядов.
 87. Связь напряженности электрического поля с потенциалом.
 88. Потенциал и напряженность поля электрического диполя.
 89. Сила и момент сил, действующие на диполь в электрическом поле.
 90. Определение полей с помощью теоремы Гаусса для заряженной плоскости и заряженной нити.
 91. Определение с помощью теоремы Гаусса электрического поля заряженной по поверхности и по объему сферы.
 92. Определение с помощью теоремы Гаусса электрического поля заряженного по поверхности и по объему бесконечного цилиндра.
 93. Поле внутри диэлектрика. Связь вектора \mathbf{P} с объемными и поверхностными связанными зарядами.
 94. Вектор индукции электрического поля. Теорема Гаусса для вектора \mathbf{D} .
 95. Граничные условия для векторов \mathbf{E} и \mathbf{D} .
 96. Понятие емкости. Емкость шара и сферического конденсаторов.
 97. Понятие емкости. Емкость цилиндрического конденсатора.
 98. Плотность энергии и энергия электрического поля. Энергия заряженного конденсатора.
 99. Вычисление энергии электрического поля внутри заряженного по объему шара и вне его, определение отношения этих энергий.
 100. Работа по поляризации диэлектрика.
 101. Электрический ток. Связь с плотностью тока. Выражение для плотности тока в различных средах.
 102. Закон сохранения заряда. Уравнение непрерывности.
 103. Первое и второе правила Кирхгофа. Пример разветвленной цепи и ее анализ.
 104. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах.
 105. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
 106. Вектор магнитной индукции \mathbf{B} . Магнитное поле движущегося точечного заряда.
 107. Закон Био-Савара-Лапласа и пример его использования.
 108. Магнитное поле конечного и бесконечного прямолинейного проводника с током.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

109. Магнитное поле кругового проводника с током на его оси.
110. Сила Лоренца и сила Ампера. Сила взаимодействия двух параллельных токов.
111. Круговой виток с током и его дипольный магнитный момент. Момент сил, действующий на магнитный диполь в магнитном поле.
112. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Магнитный поток.
113. Циркуляция вектора **B** по замкнутому контуру. Теорема Стокса.
114. Определение поля соленоида и тороида с помощью теоремы о циркуляции вектора **B**.
115. Определение магнитного поля цилиндрического проводника с током конечного радиуса.
116. Вектор напряженности магнитного поля, его связь с вектором индукции.
117. Магнитные восприимчивость и проницаемость вещества.
118. Магнитный момент, вектор намагниченности.
119. Граничные условия для векторов магнитного поля **B** и **H**.
120. Орбитальные механический и магнитный моменты электрона в атоме.
121. Гиромангнитное отношение. Магнетон Бора.
122. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.
123. Явление самоиндукции и взаимной индукции. Индуктивность контура.
124. Индуктивность соленоида. Энергия соленоида.
125. Ток при замыкании цепи с конденсатором.
126. Ток при замыкании цепи с катушкой индуктивности.
127. Ток смещения.
128. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
129. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
130. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле (пример).
131. Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле (пример).
132. Электролиз. Первый и второй законы Фарадея.
133. Свободные колебания в контуре без активного сопротивления.
134. Свободные затухающие колебания в контуре.
135. Вынужденные колебания в контуре. Явление резонанса.
136. Активное сопротивление. Мощность, выделяемая на активной нагрузке.
137. Емкостное сопротивление. Мощность переменного тока, выделяемая на конденсаторе.
138. Индуктивное сопротивление. Мощность переменного тока, выделяемая на катушке индуктивности.
139. Электромагнитные волны. Получение волнового уравнения из уравнений Максвелла. Плоская электромагнитная волна. Амплитуда, фаза, волновое число, частота и фазовая скорость.
140. Распространение плоской электромагнитной волны. Волновой вектор. Плоскость постоянной фазы. Энергия и плотность потока энергии. Среднее значение плотности потока энергии волны по времени.
141. Поток энергии света и спектральная чувствительность человеческого глаза. Световой поток.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

142. Сила света. Освещенность. Светимость. Яркость. Закон Ламберта.
143. Излучение электромагнитных волн диполем. Волновая зона. Диаграмма направленности дипольного излучения.
144. Понятие оптического изображения. Стигматическое изображение. Гомоцентрический пучок лучей. Сопряженные точки. Оптическая центрированная система. Фокальные и главные плоскости. Фокусное расстояние и оптическая сила.
145. Формула линзы (оптической центрированной системы). Линейное увеличение. Продольное увеличение. Угловое увеличение.
146. Погрешности оптических систем. Оптические системы: глаз человека, лупа.
147. Светосила объектива. Диафрагма. Устройство и принцип работы телескопа.
148. Интерференция света. Сложение колебаний. Когерентные источники света. Оптическая разность хода. Условие интерференционного максимума. Условие интерференционного минимума.
149. Наблюдение интерференции в опыте Юнга. Положение максимумов и минимумов в интерференционной картине. Ширина интерференционной полосы.
150. Понятие временной когерентности двух волн. Время когерентности. Длина когерентности. Спектральный состав цуга волн. Связь некогерентности источника света с его длиной когерентности.
151. Понятие пространственной когерентности. Угловой размер источника света. Влияние углового размера источника света на наблюдение интерференционной картины. Радиус когерентности. Определение углового размера звезд с помощью звездного интерферометра Майкельсона.
152. Наблюдение интерференции света в опытах с зеркалами Френеля, бипризмой Френеля. Ширина интерференционной полосы, число полос.
153. Интерференция света при отражении от тонкой пластинки. Оптическая разность хода двух отраженных лучей. Условия наблюдения интерференционной картины в рассеянном свете. Просветление оптики.
154. Интерференция света при отражении от тонкой пластинки переменной толщины. Кольца Ньютона.
155. Двухлучевые интерферометры. Интерферометр Маха-Цендера.
156. Многолучевая интерференция. Формула Эйри. Интерферометр Фабри-Перо.
157. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Графическое вычисление амплитуды
158. Дифракция Френеля от круглого отверстия и диска. Дифракция от прямолинейного края полуплоскости. Спираль Корню и ее применение для решения задач дифракции.
159. Дифракция Фраунгофера от щели. Условия максимумов и минимумов.
160. Дифракционная решетка.
161. Основные характеристики спектральных приборов. Угловая и линейная дисперсия, разрешающая сила. Область дисперсии. Разрешающая сила объектива.
162. Поляризация света. Поперечность световых волн. Естественный, плоскополяризованный, циркулярно и эллиптически поляризованный свет. Прохождение света через поляризатор. Закон Малюса.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		


163. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Угол Брюстера. Нормальное падение света. Коэффициент отражения.
164. Двойное лучепреломление. Пластинки в полволны и четверть волны.
165. Искусственное двойное лучепреломление. Эффект Керра. Вращение плоскости поляризации. Эффект Фарадея.
166. Дисперсия света. Групповая скорость волнового пакета. Формула Рэлея.
167. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия. Элементарная теория дисперсии.
168. Поглощение света. Закон Бугера. Комплексный показатель преломления.
169. Рассеяние света. Рассеяние Рэлея. Комбинационное рассеяние света.
170. Особенности теплового излучения. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Спектр излучения абсолютно черного тела. Спектр излучения нагретых тел. Закон Стефана-Больцмана.
171. Излучение абсолютно черного тела. Закон смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса.
172. Гипотеза Планка. Формула излучения Планка.
173. Оптическая пирометрия. Радиационная и цветовая пирометрия.
174. Квантовая природа излучения. Тормозное рентгеновское излучение. Фотоэффект.
175. Опыт Боте. Фотоны. Эффект Комптона.
176. Возбужденные состояния атомов. Заселенность уровней энергии. Коэффициенты Эйнштейна. Спонтанное и вынужденное излучение.
177. Принцип работы оптических квантовых генераторов (лазеров).
- 178.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ


Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УЛГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019 г.).

Форма обучения – очная.


Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Кинематика поступательного и вращательного движения материальной точки. Вращательное движение твердого тела: векторы угловой	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, зачет экзамен

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		


скорости и углового ускорения твердого тела, их связь с линейными величинами.			
Инерциальные системы отсчета. Сила, масса, импульс. Законы Ньютона. Силы в механике, принцип суперпозиции сил. Принцип относительности и преобразования Галилея. Основные задачи динамики материальной точки.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, зачет экзамен
Система материальных точек, внешние и внутренние силы. Импульс системы, теорема о его изменении. Закон сохранения импульса. Центр масс системы, теорема о его движении.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, зачет экзамен
Уравнение Мещерского. Реактивное движение. Формула Циолковского. Первая, вторая и третья космические скорости.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, зачет экзамен
Кинетическая энергия. Консервативные силы, связь с потенциальной энергией. Механическая полная энергия, закон ее сохранения. Внутренняя энергия.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, зачет экзамен
Упругие и неупругие столкновения, применение законов сохранения к их описанию. Система центра масс, приведенная масса.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, зачет экзамен
Момент импульса материальной точки и системы частиц. Момент силы. Моменты импульса и силы относительно оси. Уравнение моментов, закон сохранения	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, зачет экзамен

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		


момента импульса.			
Закон всемирного тяготения, взаимодействие точечных и распределенных масс. Напряженность и потенциал гравитационного поля, их связь.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, зачет экзамен
Движение тел в поле центральных сил. Законы Кеплера движения планет. Условия эллиптической, параболической и гиперболической траекторий.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, зачет экзамен
Уравнения поступательного и вращательного движения твердого тела, условия равновесия твердого тела. Момент импульса при вращении твердого тела. Моменты инерции твердых тел. Работа и энергия при вращательном движении.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, зачет экзамен
Упругие деформации, их виды. Закон Гука для малых деформаций растяжения, сдвига и кручения. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона, модули сдвига и кручения. Энергия упруго деформированного тела.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, зачет экзамен
Течение идеальной жидкости. Линии и трубки тока. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли. Вязкость. Течение вязкой жидкости, формула Пуазейля.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, зачет экзамен
Элементы кинетической теории газов	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	2	Устный опрос,

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

			экзамен
Статистические распределения	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена изачета</i>	4	Устный опрос, экзамен
Классическая теория теплоемкости	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	4	Устный опрос, экзамен
Явления переноса	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	4	Устный опрос, экзамен
Реальные газы и жидкости	<i>проработка учебного материала, подготовка к лабораторным работам и сдаче экзамена и зачета</i>	4	Устный опрос, экзамен
Термодинамический подход к описанию макросистем	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	4	Устный опрос, экзамен
Первый принцип термодинамики	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	4	Устный опрос, экзамен
Второй принцип термодинамики	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	2	Устный опрос, экзамен
Электрическое поле в вакууме	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	1	Устный опрос, экзамен
Проводники в электрическом Поле	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	2	Устный опрос, экзамен
Электрическое поле в диэлектрике	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	1	Устный опрос, экзамен
Энергия электрического поля	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	2	Устный опрос, экзамен
Постоянный электрический ток	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	1	Устный опрос, экзамен
Магнитное поле токов в вакууме	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	2	Устный опрос, экзамен
Магнитное поле в веществе	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	2	Устный опрос, экзамен
Взаимные превращения электрического и магнитного полей	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	1	Устный опрос, экзамен
Электромагнитная индукция	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	2	Устный опрос, экзамен

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Уравнение Максвелла	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	2	Устный опрос, экзамен
Электромагнитные колебания и волны	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена</i>	2	Устный опрос, экзамен
Электромагнитные волны	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</i> • <i>Подготовка к лабораторной работе</i> • <i>Подготовка к сдаче экзамена</i> 	4	устный опрос, отчет по лабораторной работе, экзамен
Фотометрия	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</i> • <i>Подготовка к лабораторной работе</i> • <i>Подготовка к сдаче экзамена</i> 	4	устный опрос, экзамен отчет по лабораторной работе
Геометрическая оптика	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</i> • <i>Подготовка к лабораторной работе</i> • <i>Подготовка к сдаче экзамена</i> 	4	устный опрос, экзамен
Оптические системы	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</i> • <i>Подготовка к лабораторной работе</i> • <i>Подготовка к сдаче экзамена</i> 	4	устный опрос, экзамен отчет по лабораторной работе
Интерференция света	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</i> • <i>Подготовка к лабораторной работе</i> • <i>Подготовка к сдаче экзамена</i> 	2	устный опрос, экзамен отчет по лабораторной работе
Дифракция света	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</i> • <i>Подготовка к лабораторной работе</i> • <i>Подготовка к сдаче экзамена</i> 	2	устный опрос, экзамен отчет по лабораторной работе


Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Поляризация света	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к лабораторной работе • Подготовка к сдаче экзамена 	2	устный опрос, экзамен отчет по лабораторной работе
Молекулярная оптика	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к лабораторной работе • Подготовка к сдаче экзамена 	2	устный опрос, экзамен отчет по лабораторной работе
Тепловое излучение	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к лабораторной работе • Подготовка к сдаче экзамена 	4	устный опрос, экзамен отчет по лабораторной работе
Основы квантовой оптики	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к лабораторной работе • Подготовка к сдаче экзамена 	4	устный опрос, экзамен отчет по лабораторной работе

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная:

1. Сивухин Д.В., Общий курс физики. **Т. I.** Механика. : Учеб. пособие: Для вузов. / Сивухин Д. В. - 4-е изд., стереот. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 560 с. - ISBN 5-9221-0225-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922102257.html>
Сивухин Д.В., Общий курс физики. **Т. II.** Термодинамика и молекулярная физика. : Учеб. пособие: Для вузов. / Сивухин Д. В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 544 с. - ISBN 5-9221-0601-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106015.html>
Сивухин, Д. В. Общий курс физики. **Т. IV.** Оптика Учеб. пособие : Для вузов. / Сивухин Д. В. - 3-е изд. , стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 792 с. - ISBN 5- 9221-0228-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922102281.html>
2. Калашников С.Г., Электричество : Учебн. пособие. / Калашников С.Г. - 6-е изд., стереот. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 624 с. - ISBN 5-9221-0312-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922103121.html>

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

- Ландсберг, Г. С. Оптика : учебное пособие : Для вузов. / Ландсберг Г. С. - 6-е изд., стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 848 с. - ISBN 978-5-9221-0314-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922103145.html>

Дополнительная:

- Горлач, В. В. Физика. Задачи, тесты. Методы решения : учебное пособие для вузов / В. В. Горлач. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 343 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12350-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494407>
- Перминов, А. В. Общая физика. Задачи с решениями : задачник / А. В. Перминов, Ю. А. Барков. — Саратов : Вузовское образование, 2020. — 725 с. — ISBN 978-5-4487-0603-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95156.html>
- Трофимова, Т. И. Руководство к решению задач по физике : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3429-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488639>

Учебно-методическая:

- Богданова Д. А. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физика» для направлений бакалавриата и специалитета всех форм обучения / Д. А. Богданова; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 468 КБ). - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/8189>
- Иго А. В. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физика» для студентов ИФФВТ / А. В. Иго. - Ульяновск : УлГУ, 2022. - 8 с. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/13222>
- Методические указания к лабораторным работам по физике / С. А. Афанасьев, Д. Г. Санников, А. С. Шалин [и др.]; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2022. - 367 с. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/13542>
- Наседкина Ю. Ф. Электричество и магнетизм : учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов и выполнения лабораторных работ / Ю. Ф. Наседкина; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019 – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/5180>

Согласовано:

Вед. специалист ООП НБ УлГУ
Должность сотрудника научной библиотеки

Чамеева А.Ф.
ФИО



подпись

дата


б) Программное обеспечение:

- МойОфис Стандартный
- ОС Альт Рабочая станция 8

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

1. Электронно-библиотечные системы:

IPRbooks [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ группа компаний Ай Пи Эр Медиа. - Электрон. дан. - Саратов, [2022]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

ЮРАЙТ [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Электрон. дан. – Москва, [2022]. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.

Консультант студента [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Политехресурс. - Электрон. дан. – Москва, [2022]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/pages/catalogue.html>.

Лань [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО ЭБС Лань. - Электрон. дан. – С.-Петербург, [2022]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.

Znanium.com [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Знаниум. - Электрон. дан. – Москва, [2022]. - Режим доступа: <http://znanium.com>.

КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система/ Компания «Консультант Плюс». - Электрон. дан. - Москва: КонсультантПлюс, [2022].

База данных периодических изданий [Электронный ресурс]: электронные журналы/ ООО ИВИС. - Электрон. дан. - Москва, [2022]. - Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>.

Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]: электронная библиотека. - Электрон. дан. – Москва, [2022]. - Режим доступа: <https://нэб.рф>.

Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс]: электронная библиотека/ ФГБУ РГБ. - Электрон. дан. – Москва, [2022]. - Режим доступа: <https://dvs.rsl.ru>.

Федеральные информационно-образовательные порталы:

Информационная система [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru). Режим доступа: <http://window.edu.ru>.

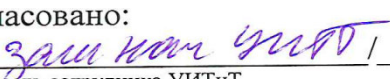
Федеральный портал [Российское образование](http://www.edu.ru). Режим доступа: <http://www.edu.ru>.

Образовательные ресурсы УлГУ:

Электронная библиотека УлГУ. Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>.

Образовательный портал УлГУ. Режим доступа: <http://edu.ulsu.ru>.

Согласовано:


Должность сотрудника УИТиТ


ФИО


подпись

дата


12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

Для проведения лабораторных работ имеется следующее оборудование:

1. Лабораторная установка "Машина Атвуда".
2. Лабораторная установка "Маятник Обербека".

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

3. Лабораторная установка "Математический маятник".
4. Лабораторная установка "Маятник Максвелла".
5. Лабораторная установка "Измерение показателя адиабаты воздуха".
6. Датчик давления.
7. Шприц с гибким шлангом.
8. Лабораторная установка «Изучение изохорного процесса».
9. Лабораторная установка «Электростатическая ванна».
10. Лабораторная установка «Изучение законов Кирхгофа».
11. Лабораторная установка "Мост постоянного тока".
12. Магазин образцовых сопротивлений.
13. Соединительные провода.
14. Тангенс-гальванометр.
15. Источник постоянного тока.
16. Лабораторная установка «LC-контур».
17. Генератор сигналов синусоидальной и прямоугольной формы.
18. Осциллограф.
19. Вольтметры.
20. Амперметры.
21. Микроскоп МБС-10.
22. Штангенциркуль.
23. Компьютеры со специализированным ПО.
24. Ручной насос.
25. Линейка.
26. Плоскопараллельные образцы оптических стёкол.
27. Лабораторная установка «Оптическая скамья ФС-М».
28. Источники света (лампы накаливания).
29. Блок питания.
30. Лабораторная установка «Метод магнетрона».

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ


В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной

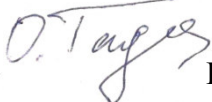
Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей

Разработчики



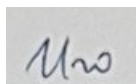
Семенцов Д.И., профессор кафедры РФиЭ



Гадомский О.Н., профессор кафедры РФиЭ



доцент С.В. Елисеева



доцент **А.В.Иго**