


**МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ, СПОРТА И МОЛОДЕЖИ  
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**  
**ГОУК ЛНР «ЛУГАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
КУЛЬТУРЫ И ИСКУССТВ ИМЕНИ М. МАТУСОВСКОГО»**

Кафедра музыкального искусства эстрады

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

 И.А.Федоричева

19.08. 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ФИЗИКА ЗВУКА**

*Уровень основной образовательной программы – специалитет*

*Направление подготовки – 53.05.03 Музыкальная звукорежиссура*


*Статус дисциплины – базовая*

*Учебный план 2018 года*

**Описание учебной дисциплины по формам обучения**

Очная								Заочная								
Курс	Семестр	Всего час. / зач. единиц	Всего аудиторных час.	Лекции, часов	Практ.(семинарские) занятия, час.	Самост. работа, час..	Форма контроля	Курс	Семестр	Всего ч с. / зач. единиц	Всего аудиторных час.	Лекции, часов	Практ.(семинарские) занятия, час.	Самост. работа, час..	Контрольная работа	Форма контроля
1	1	216/ 6	140	120	20	76	зачет	1	1	216/ 6	24	12	12	192	+	зачет
	-						2									-
2	3	216/ 6	140	120	20	76	-	2	3	216/ 6	24	12	12	192	+	-
	диф. зачет						4									диф. зачет
<b>Всего</b>		216/ 6	140	120	20	76	зачет (1) диф.зачет (4)	<b>Всего</b>		216/ 6	24	12	12	192	+	зачет (1) диф.зачет (4)

Рабочая программа составлена на основании учебного плана с учетом требований ООП и ГОС ВО.

Программу разработала  Ищенко Н.С., преподаватель кафедры музыкального искусства эстрады.

Рассмотрено на заседании кафедры музыкального искусства эстрады (ГОУК ЛНР «ЛГАКИ им. М.Матусовского»)

Протокол № 1 от 28.08. 2019 г. Зав. кафедрой  Ю.Я. Дерский

## 1. АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Физика звука» является базовой частью дисциплин ООП ГОС ВО (уровень специалитета,) и предлагается к изучению студентам 1, 2 курсов (I, II, III, IV семестры) направления подготовки 53.05.03 Музыкальная звукорежиссура; ГОУК ЛНР «Луганская государственная академия культуры и искусств имени М.Матусовского». Дисциплина реализуется кафедрой музыкального искусства эстрады.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов общей физики по МОДУЛЯМ механика, молекулярная физика и термодинамика, электричество, а также темы, посвященные изучению физической природы звука. Особое внимание уделяется физике гармонических колебаний, распространению звука в линейных средах, физическим основам звукопередачи и приема, физическим основам акустики помещений.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, семинарские занятия, самостоятельная работа студентов и консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме:

- устная (устный опрос, защита письменной работы, доклад по результатам самостоятельной работы и т. п.);
- письменная (письменный опрос, выполнение и т. д.).

И итоговый контроль в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия – 120 часа для очной формы обучения и 12 часов для заочной формы обучения, семинарские занятия - 20 часов для очной формы обучения и 12 часов для заочной формы обучения, самостоятельная работа - 76 часов для очной формы обучения и 192 часа для заочной формы обучения.

## 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью курса** является:

- подготовка высокопрофессиональных специалистов в области звукорежиссуры, которые получили необходимый комплекс знаний, умений и навыков, создание необходимой базы для творческой и профессиональной работы;
- ознакомить будущих звукорежиссеров с необходимым математическим и понятийным аппаратом физики, с базовыми МОДУЛЯМИ физики, описанием и объяснением физических явлений, сопровождающих колебания;
- с физическими основами получения звука и его характеристиками; источниками звука, волновым распространением звука в средах и явлениями, которые сопровождают его распространения: поглощение, отражение, преломление; с приемниками звука, с физическими явлениями в этих приемниках, а также рассмотреть вопрос усиления, преобразования, записи и воспроизведения звука.

**Задача преподавания дисциплины:**

- заключается в освоении фундаментальных законов механики, которые являются основой для описания и изучению звуковых колебаний, в изучении МКТ, газовых законов и законов термодинамики, которым подчиняются физические явления, сопровождающие звуковые волны,
- изучение основных законов электричества и магнетизма.

Знание этих законов позволит рассчитывать процессы, происходящие в звукоснимателях и микрофонах. В IV МОДУЛЕ курса изучаются колебания и волны, автоколебания, решение дифференциальных уравнений, которые сопровождают колебания. Знание всех этих МОДУЛЬОВ физики, а также освоения практических навыков при использовании математических методов решения физических задач, создает необходимую теоретическую, физическую и математическую базу для изучения физики звука, теории звука, анализа и обработки звуковых волн в III и IV семестрах II курса.

Ядро курса составляют вопросы теории и физики звука, которые и изучаются на II-м курсе, а именно: волновая природа звука, динамический диапазон слуха, спектры звуковых колебаний, тембр, особенности каналов звукопередачи, амплитудно-частотные характеристики, восприятия громкости сложного звука, принципы работы и типы микрофонов, физические свойства распространения ультразвуковых колебаний, биологическое действие инфразвука и ультразвука, эффект Доплера в акустике, реверберация. Рассматриваются основы спектрального анализа звуковых колебаний математическими методами (периодических и непериодических сигналов), распределение мощности в спектрах, уравнение Парсевала, амплитудная, частотная и фазовая модуляция, кодирование звуковой информации при обработке звука компьютерной техникой, физические основы магнитных и оптических дисков, лазер. Из физики звука на IV семестре рассматриваются: гибкая струна, колебания струны, волновое уравнение, фортепианная струна, струна с переменным натяжением, колебания стержней и мембран, переходные колебания микрофона, конденсаторный микрофон, распространение звука в трубах и рупорах, духовые инструменты, корректирующие контуры и их механические аналоги, электромагнитные, механические и акустические фильтры и ряд других вопросов, относящихся к распространению звуковых волн. Также рассматриваются основы современной звукозаписывающей и звукоусиливающей аппаратуры, принципы кодирования и записи звуковых сигналов на оптические диски.

### **3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Физика звука» относится к базовой части. Данному курсу должно сопутствовать изучение таких дисциплин, как «Средства звукозаписи», «Электроакустика», «Высшая математика», «Звукорежиссура», «Цифровая звукотехника», которые логически, содержательно и методически связаны с дисциплиной «Физика звука», они предоставляют обширную теоретическую базу, формируют навыки самостоятельной аналитической работы и составляют теоретический и научно-методологический фундамент последующего изучения курса «Физика звука».

В программе учтены межпредметные связи с другими учебными дисциплинами.

#### 4.ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций в соответствии с ГОС ВО направления подготовки 53.05.03 Музыкальная звукорежиссура;

##### Общекультурные компетенции (ОПК):

№ компетенции	Содержание компетенции
ОК-6	готовность к самоорганизации и самообразованию

##### Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

№ компетенции	Содержание компетенции
ОПК-1	способность пользоваться профессиональной терминологией в рамках своей деятельности
ОПК-4	способность проявлять креативность профессионального мышления

##### Профессиональные компетенции (ПК):

№ компетенции	Содержание компетенции
ПК-12	способность давать профессиональную оценку качества фонограмм
ПК-13	способность применять основные законы формирования акустического пространства с целью реализации творческих замыслов
ПК-23	готовность осуществлять самостоятельную научно-исследовательскую, экспертную и реставрационную деятельность в соответствии с квалификацией

Изучив дисциплину, студент должен *знать*:

- физические явления и принципы, которые составляют основу современной физики;
- виды движения, кинематику и динамику материальной точки и системы точек;
- законы сохранения в классической физике, специальную теорию относительности и элементы релятивистской динамики, законы колебательного движения, волновые процессы, основы МКТ и термодинамики, газовые процессы;

*уметь*:

- решать в инерциальных и неинерциальных системах отсчета задачи кинематики прямолинейного и вращательного движений материальной точки и абсолютно твердого тела,
- применять основные уравнения динамики тела, уравнение моментов и законы сохранения импульса, момента импульса и механической энергии для решения задач в инерциальных системах отсчета;
- рассчитывать движение системы материальных точек, столкновения, реактивное движение; движение материальной точки в поле тяжести; вращательное движение абсолютно твердого тела вокруг закрепленной оси; колебательное движение около положения равновесия (находить кинематические характеристики, собственную частоту, энергию и т.д.);
- применять основное уравнение динамики точки и уравнение моментов для решения задач в неинерциальных системах отсчета,

- решать элементарные задачи релятивистской механики сплошных сред; решать задачи по МКТ и термодинамике, политропным процессам, рассчитывать скорость звука в разных средах.

***Владеть:***

- способами решения задач на движение частиц в различных полях,
- способами решения уравнений при переходе от инерциальных систем отсчета в неинерциальных,
- способами определения подъемной силы и силы лобового сопротивления,
- элементарной теорией размерности.

При изучении дисциплины студенты должны получить четкое представление о значении физики звука и общей физики, уметь грамотно применять физические методы решения задач, приобрести необходимые навыки физического анализа и решения конкретных задач, возникающих при исследовании различных явлений в профессиональной сфере.

## 5. СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Название содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	в том числе					всего	в том числе				
		л	п	лаб	инд	с.р.		л	п	лаб	инд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>МОДУЛЬ 1. Основы механики</b>												
<b>Тема 1.</b> Введение. История развития акустики и учение о звуке.	4	2				2	5	1				4
<b>Тема 2.</b> Введение в физику: предмет физики и ее связь с другими науками. Классическая механика, релятивистская механика, квантовая механика.	2	2					4					4
<b>Тема 3.</b> Математическая физика. История развития. Дифференциальное и интегральное исчисления: правила дифференцирования общих функций, производные простых, экспоненциальных, логарифмических и тригонометрических функций. Таблица простейших неопределенных интегралов.	10	2				8	4					4
<b>Тема 4.</b> Элементы кинематики: основные понятия кинематики (перемещение, путь, скорость, ускорение), механическое движение, материальная точка.	4	2				2	4					4
<b>Тема 5.</b> Инерциальные	6	2	2			2	4					4

системы отсчета. Законы Ньютона. Эталоны системы СИ. Силы в механике.												
<b>Тема 6.</b> Энергия, работа и мощность. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения энергии. Графическое представление энергии.	2	2				4						4
<b>Тема 7.</b> Элементы механики жидкостей. Давление в жидкости и газе. Закон Архимеда. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Вязкость.	2	2				5		1				4
<b>Итого по модулю I</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>2</b>			<b>14</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			<b>28</b>
<b>МОДУЛЬ II. Основы молекулярной физики и термодинамики</b>												
<b>Тема 8.</b> Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов. Законы идеального газа. Изопроцессы. Закон Авогадро. Уравнение состояния идеального газа (Менделеева-Клапейрона).	4	2				2	2					2
<b>Тема 9.</b> Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов. Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения. Барометрическая формула.	4	2				2	2					2



<b>Тема 10.</b> Явления переноса в термодинамически-неравновесных системах. Теплопроводность. Диффузия. Внутреннее трение (вязкость).	4	2				2	4	1				3
<b>Тема 11.</b> Основы термодинамики. Закон равномерного распределения энергии молекул. Первое начало термодинамики. Применение первого начала к изопроцессам.	2	2					2					2
<b>Тема 12.</b> Адиабатический процесс. Политропный процесс. Круговой процесс. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия. Второе начало термодинамики.	2	2					4	1				3
<b>Тема 13.</b> Реальные газы, жидкости и твердые тела. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса.	2	2					2					2
<b>Тема 14.</b> Внутренняя энергия реального газа. Свойства жидкостей. Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярные явления. Твердые тела. Монокристаллы и	2	1	1				2					2

поликристаллы. Теплоемкость твердых тел.												
<b>Итого по модулю II</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>1</b>			<b>6</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			<b>18</b>
<b>МОДУЛЬ III. Электричество</b>												
<b>Тема 15.</b> Электромагнетизм. Электрические заряды. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Система единиц. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Потенциал электростатического поля. Напряженность как градиент потенциала. Типы диэлектриков.	2	2					4	1				3
<b>Тема 16.</b> Напряженность поля в диэлектрике. Сегнетоэлектрики. Электрическая емкость проводника. Конденсаторы. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов. Энергия системы неподвижных зарядов. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля.	2	2					2					2
<b>Тема 17.</b> Постоянный электрический ток. Электрический ток, сила и плотность тока. Электродвижущая сила и напряжение. Закон Ома.	6	1	1			4	4		1			3

Сопrotивление проводников. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Закон Ома для неоднородных участков цепи. Правила Кирхгофа.												
<b>Итого по модулю III</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>1</b>			<b>4</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			<b>8</b>
<b>Итого за I семестр</b>	<b>60</b>	<b>32</b>	<b>4</b>			<b>24</b>	<b>60</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			<b>54</b>
<b>Зачет</b>												
<b>МОДУЛЬ IV. Магнетизм</b>												
<b>Тема 18.</b> Магнитное поле и его характеристики. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов.	4	2				2	4	1				3
<b>Тема 19.</b> Магнитное поле движущегося заряда. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Эффект Холла.	2	2					2					2
<b>Тема 20.</b> Циркуляция вектора магнитного поля в вакууме. Магнитное поле соленоида и тороида. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для поля. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.	2	2					4					4
<b>Тема 21.</b> Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Правило Ленца. Вращение рамки в магнитном поле. Вихревые	2	2					4					4

токи. Индуктивность контура. Самоиндукция. Токи при размыкании и замыкании цепи. Взаимная индукция. Трансформаторы. Энергия магнитного поля.												
<b>Тема 22.</b> Резисторы, реостаты. Потенциометры. Методы расчета цепей. Электрический ток в металлах и электролитах. Электрический разряд в газах.	2	2					2					2
<b>Тема 23.</b> Характеристики и применение электронного осциллографа.	2	2					2					2
<b>Тема 24.</b> Полупроводниковые приборы: р-п- переход и его свойства. Электрический ток в полупроводниках, собственная проводимость.	8	2	2			4	4		1			3
<b>Итого по модулю IV</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>2</b>			<b>6</b>	<b>22</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			<b>20</b>
<b>МОДУЛЬ V. Колебания и волны.</b>												
<b>Тема 25.</b> Учение о колебаниях. Колебания сосредоточенных систем. Гармонические колебания и их характеристики. Механические гармонические колебания. Гармонический осциллятор. Пружинный,	4	2				2	4	1				3

физический и математический маятник.												
<b>Тема 26.</b> Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.	2	2					4	1				3
<b>Тема 27.</b> Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний. Автоколебания. Свободные затухающие колебания пружинного маятника. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре. Свободные затухающие колебания в электрическом колебательном контуре.	8	2				6	4					4
<b>Тема 28.</b> Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс. Переменный ток. Резонанс напряжений. Резонанс токов. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока.	4	4					4					4
<b>Тема 29.</b> Упругие волны. Волновые	4	2	2				4					4

процессы. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость. Волновое уравнение. Принцип суперпозиции. Групповая скорость.												
<b>Тема 30.</b> Интерференция и дифракция волн. Условия усиления и ослабления волн. Принцип Гюйгенса и его применения. Стоячие волны.	2	2					4					4
<b>Итого по модулю V</b>	<b>24</b>	<b>14</b>	<b>2</b>			<b>8</b>	<b>24</b>	<b>2</b>				<b>22</b>
<b>Итого за II семестр</b>	<b>46</b>	<b>28</b>	<b>6</b>			<b>14</b>	<b>46</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			<b>42</b>
<b>Зачет</b>	<b>2</b>		<b>2</b>				<b>2</b>		<b>2</b>			
<b>Итого за 1 курс</b>	<b>108</b>	<b>60</b>	<b>10</b>			<b>38</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>6</b>			<b>96</b>
<b>МОДУЛЬ VI. Теория звука</b>												
<b>Тема 31.</b> Физическая - волновая природа звука. Звуковой диапазон частот. Мощность звука. Звуковое давление.	2	2					4	1				3
<b>Тема 32.</b> Музыка, акустика и прикладная акустика. Звук, инфразвук, ультразвук: характеристики и особенности.	2	2					4					4
<b>Тема 33.</b> Динамический диапазон слуха, реальный звук, спектры звуковых колебаний и тембр. Звук в закрытом помещении.	4	2				2	4					4
<b>Тема 34.</b> Искажение в тракте звукопередачи.	4	2	2				4					4

Динамический диапазон передачи.												
<b>Тема 35.</b> Восприятие громкости сложного звука.	2	2					4					4
<b>Тема 36.</b> Устройство и принцип действия микрофонов.	2	1	1				3	1				2
<b>Тема 37.</b> Ультразвук. Физические свойства и особенности распространения ультразвука, генерация ультразвуковых колебаний, прием и выявления ультразвука, применение в технике. Биологическое действие ультразвука.	2	2					4					4
<b>Тема 38.</b> Эффект Доплера в акустике. Реверберация, понятие об архитектурной акустике	6	2	4				4	1				3
<b>Тема 39.</b> Спектральный анализ звука, теорема Фурье. Спектральное представление периодических сигналов.	8	4				4	3	1				2
<b>Тема 40.</b> Спектры непериодических сигналов. Понятие спектральной	6	2				4	5		1			4

плотности, ее физический смысл.												
<b>Тема 41.</b> Распределение мощности в спектрах. Равенство Парсеваля.	2	2					4					4
<b>Тема 42.</b> Амплитудная модуляция звуковых сигналов.	6	2				4	5		1			4
<b>Тема 43.</b> Частотная и фазовая модуляция звуковых колебаний.	6	2	2			2	4					4
<b>Тема 44.</b> Лазер. Запись данных на компакт диск, считывание кодированного сигнала.	4	2	2				4					4
<b>Итого по модулю VI</b>	<b>56</b>	<b>29</b>	<b>7</b>			<b>20</b>	<b>56</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			<b>50</b>
<b>Итого за III семестр</b>	<b>56</b>	<b>29</b>	<b>7</b>			<b>20</b>	<b>56</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			<b>50</b>
<b>МОДУЛЬ VII. Физика звука</b>												
<b>Тема 45.</b> Гибкая струна: колебания струны, скорость волны, начальные условия. Волновое уравнение. Возбуждение струны щипком и ударом. Энергия колебания.	2	2					4					4
<b>Тема 46.</b> Струна конечной длины. Сила, приложенная в некоторой точке струны. Фортепианная струна. Влияние трения.	2	2					4					4
<b>Тема 47.</b> Струна с	2	2					4					4



переменной плотностью и натяжением.												
<b>Тема 48.</b> Колебания стержней. Уравнения движения. Простое гармоническое колебание. Колебания твердой струны (проволоки).	2	2					4					4
<b>Тема 49.</b> Мембраны и пластинки. Уравнения движения. Прямоугольная и круглая мембраны.	4	2				2	4					4
<b>Тема 50.</b> Вынужденные колебания. Функции Неймана. Конденсаторный микрофон. Переходные колебания микрофона.	8	5	1			2	4					4
<b>Тема 51.</b> Звук в трубах. Духовые инструменты.	4	2				2	5		1			4
<b>Тема 52.</b> Звук в рупор. Деревянные духовые инструменты.	2	2					4					4
<b>Тема 53.</b> Излучение и рассеяние звука. Волна давления. Излучение цилиндра. Распространение звука в цилиндрической трубе. Излучение волн поршнем.	8	2				6	5	1				4
<b>Тема 54..</b>	4	4					5	1				4

Корректирующие контуры и их механические аналоги.												
<b>Тема 55.</b> Электромагнитные, механические и акустические фильтры.	12	4	2			6	7	1				6
<b>Итого по модулю VII</b>	<b>50</b>	<b>29</b>	<b>3</b>			<b>18</b>	<b>50</b>	<b>3</b>	<b>1</b>			<b>46</b>
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>2</b>					<b>2</b>		<b>2</b>			
<b>Итого за II семестр</b>	<b>108</b>	<b>60</b>	<b>10</b>			<b>38</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>6</b>			<b>96</b>
<b>Всего</b>	<b>216</b>	<b>120</b>	<b>20</b>			<b>76</b>	<b>216</b>	<b>12</b>	<b>12</b>			<b>192</b>

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### МОДУЛЬ 1. ОСНОВЫ МЕХАНИКИ (I СЕМЕСТР)

#### **Тема 1. Введение.**

История развития акустики и учение о звуке.

#### **Тема 2. Введение в физику.**

Предмет физики и ее связь с другими науками. Классическая механика, релятивистская механика, квантовая механика.

#### **Тема 3. Математическая физика.**

История развития. Дифференциальное и интегральное исчисления: правила дифференцирования общих функций, производные простых, экспоненциальных, логарифмических и тригонометрических функций. Таблица простейших неопределенных интегралов.

#### **Тема 4. Элементы кинематики.**

Основные понятия кинематики (перемещение, путь, скорость, ускорение), механическое движение, материальная точка.

#### **Тема 5. Инерциальные системы отсчета.**

Законы Ньютона. Эталоны системы СИ. Силы в механике.

#### **Тема 6. Энергия, работа и мощность.**

Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения энергии. Графическое представление энергии.

#### **Тема 7. Элементы механики жидкостей.**

Давление в жидкости и газе. Закон Архимеда. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Вязкость.

### МОДУЛЬ 2. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ (I СЕМЕСТР)

#### **Тема 8. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов.**

Законы идеального газа. Изопроцессы. Закон Авогадро. Уравнение состояния идеального газа (Менделеева-Клапейрона).

#### **Тема 9. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов.**

Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения. Барометрическая формула.

#### **Тема 10. Явления переноса в термодинамически-неравновесных системах.**

Теплопроводность. Диффузия. Внутреннее трение (вязкость).

#### **Тема 11. Основы термодинамики.**

Закон равномерного распределения энергии молекул. Первое начало термодинамики. Применение первого начала к изопроцессам.

### **Тема 12. Политропные процессы.**

Адиабатический процесс. Политропный процесс. Круговой процесс. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия. Второе начало термодинамики.

### **Тема 13. Реальные газы, жидкости и твердые тела.**

Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса.

### **Тема 14. Свойства реальных газов, жидкостей и твердых тел.**

Внутренняя энергия реального газа. Свойства жидкостей. Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярные явления. Твердые тела. Монокристаллы и поликристаллы. Теплоемкость твердых тел.

## МОДУЛЬ 3. Электричество (I СЕМЕСТР)

### **Тема 15. Электромагнетизм.**

Электрические заряды. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Система единиц. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Потенциал электростатического поля. Напряженность как градиент потенциала. Типы диэлектриков.

### **Тема 16. Поле в диэлектрике.**

Напряженность поля в диэлектрике. Сегнетоэлектрики. Электрическая емкость проводника. Конденсаторы. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов. Энергия системы неподвижных зарядов. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля.

### **Тема 17. Постоянный электрический ток.**

Электрический ток, сила и плотность тока. Электродвижущая сила и напряжение. Закон Ома. Сопротивление проводников. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Закон Ома для неоднородных участков цепи. Правила Кирхгофа.

## МОДУЛЬ 4. Магнетизм (II СЕМЕСТР)

### **Тема 18. Магнитное поле и его характеристики.**

Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов.

### **Тема 19. Магнитное поле движущегося заряда.**

Действие магнитного поля на движущийся заряд. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Эффект Холла.

### **Тема 20. Циркуляция вектора магнитного поля в вакууме.**

Магнитное поле соленоида и тороида. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для поля. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.

### **Тема 21. Электромагнитная индукция.**

Закон Фарадея. Правило Ленца. Вращение рамки в магнитном поле. Вихревые токи. Индуктивность контура. Самоиндукция. Токи при размыкании и замыкании цепи. Взаимная индукция. Трансформаторы. Энергия магнитного поля.

**Тема 22. Электрический ток в разных средах.**

Резисторы, реостаты. Потенциометры. Методы расчета цепей. Электрический ток в металлах и электролитах. Электрический разряд в газах.

**Тема 23. Электронный осциллограф.**

Характеристики и применение электронного осциллографа.

**Тема 24. Полупроводники**

Полупроводниковые приборы: р-n-переход и его свойства. Электрический ток в полупроводниках, собственная проводимость.

**МОДУЛЬ 5. Колебания и волны.  
(II СЕМЕСТР)**

**Тема 25. Учение о колебаниях.**

Колебания сосредоточенных систем. Гармонические колебания и их характеристики. Механические гармонические колебания. Гармонический осциллятор. Пружинный, физический и математический маятник.

**Тема 26. Сложение колебаний.**

Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.

**Тема 27. Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний.**

Автоколебания. Свободные затухающие колебания пружинного маятника. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре. Свободные затухающие колебания в электрическом колебательном контуре.

**Тема 28. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний.**

Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс. Переменный ток. Резонанс напряжений. Резонанс токов. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока.

**Тема 29. Упругие волны.**

Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость. Волновое уравнение. Принцип суперпозиции. Групповая скорость.

**Тема 30. Интерференция и дифракция волн.**

Условия усиления и ослабления волн. Принцип Гюйгенса и его применения. Стоячие волны.

**МОДУЛЬ 6. Теория звука  
(III СЕМЕСТР)**

**Тема 31. Физическая - волновая природа звука.**

Звуковой диапазон частот. Мощность звука. Звуковое давление.

**Тема 32. Музыка, акустика и прикладная акустика.**

Звук, инфразвук, ультразвук: характеристики и особенности.

**Тема 33. Динамический диапазон слуха.**

Реальный звук, спектры звуковых колебаний и тембр. Звук в закрытом помещении.

**Тема 34. Искажение в тракте звукопередачи.**

Динамический диапазон передачи.

**Тема 35. Сложный звук.**

Восприятие громкости сложного звука.

**Тема 36. Микрофон.**

Устройство и принцип действия микрофонов.

**Тема 37. Ультразвук.**

Физические свойства и особенности распространения ультразвука, генерация ультразвуковых колебаний, прием и выявление ультразвука, применение в технике. Биологическое действие ультразвука.

**Тема 38. Эффект Доплера в акустике.**

Реверберация, понятие об архитектурной акустике

**Тема 39. Спектральный анализ звука, теорема Фурье.**

Спектральное представление периодических сигналов.

**Тема 40. Спектры непериодических сигналов.**

Понятие спектральной плотности, ее физический смысл.

**Тема 41. Мощность в спектрах.**

Распределение мощности в спектрах. Равенство Парсеваля.

**Тема 42. Амплитудная модуляция звуковых сигналов.**

Модуляция звуковых сигналов. Амплитуда. Амплитудная модуляция. Глубина модуляции.

**Тема 43. Частотная и фазовая модуляция звуковых колебаний.**

Модуляция звуковых сигналов. Частота. Фаза. Частотная модуляция. Фазовая модуляция. Глубина модуляции.

**Тема 44. Лазер.**

Запись данных на компакт диск, считывание кодированного сигнала.

МОДУЛЬ 7. Физика звука.  
(IV СЕМЕСТР)

**Тема 45. Гибкая струна.**

Колебания струны, скорость волны, начальные условия. Волновое уравнение. Возбуждение струны щипком и ударом. Энергия колебания.

**Тема 46. Струна конечной длины.**

Сила, приложенная в некоторой точке струны. Фортепианная струна. Влияние трения.

**Тема 47. Струна с переменной плотностью и натяжением.**

**Тема 48. Колебания стержней.**

Уравнения движения. Простое гармоническое колебание. Колебания твердой струны (проволоки).

**Тема 49. Мембраны и пластинки.**

Уравнения движения. Прямоугольная и круглая мембраны.

**Тема 50. Вынужденные колебания.**

Функции Неймана. Конденсаторный микрофон. Переходные колебания микрофона.

**Тема 51. Звук в трубах.**

Духовые инструменты.

**Тема 52. Звук в рупор.**

Деревянные духовые инструменты.

**Тема 53. Излучение и рассеяние звука.**

Волна давления. Излучение цилиндра. Распространение звука в цилиндрической трубе. Излучение волн поршнем.

**Тема 54.. Корректирующие контуры.**

Корректирующие контуры и их механические аналоги.

**Тема 55. Фильтры.**

Электромагнитные, механические и акустические фильтры.

## 7. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студентов обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и в качестве выполненных рефератов.

**СР включает следующие виды работ:**

- работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы;
- поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания в виде подготовки презентации, реферата по изучаемой теме;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- подготовка к семинарским занятиям;
- для студентов заочной формы обучения – выполнение контрольной работы;
- подготовка к экзамену.

### 7.1. ТЕМЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ

#### МОДУЛЬ 1. ОСНОВЫ МЕХАНИКИ (I СЕМЕСТР)

**Тема 1. Притяжение и элементы теории поля. Элементы специальной теории относительности.**

1. Законы Кеплера. Сила тяжести и невесомость.
2. Работа в поле тяжести. Космические скорости.
3. Механический принцип относительности. Постулаты специальной теории относительности. Преобразование Лоренца.
4. Закон взаимосвязи массы и энергии.

*Термины:* законы Кеплера, сила тяжести, радиус-вектор, период, невесомость, работа, поле сил, первая космическая скорость, вторая космическая скорость, принцип относительности Галилея, специальная теория относительности (СТО), первый постулат СТО, второй постулат СТО, скорость света, преобразования Лоренца, релятивистская длина, релятивистский промежуток времени, релятивистская масса, инвариант, система отсчета, энергия, формула Эйнштейна.

*Выполнить:*

1. Изучить основную и дополнительную литературу по теме.
2. Научиться решать типовые задачи по теме.

*Литература:* [5, С. 24-26, 41-43], [9, С. 56-67], [19, С. 59-65, 181-193], [23, С. 7-171], [25, С. 47-49, 133-136].

#### МОДУЛЬ 2. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ (I СЕМЕСТР)

**Тема 2. Типы кристаллических твердых тел. Дефекты в кристаллах.**

1. Кристаллы.
2. Кристаллическая решетка.



3. Дефекты в кристаллах.
4. Жидкие кристаллы.

*Термины:* кристаллы, кристаллическая решетка, анизотропия, изотропия, узел кристаллической решетки, дефекты в кристаллах, жидкие кристаллы, нематики, смектики.

*Выполнить:*

1. Изучить основную и дополнительную литературу по теме.
2. Научиться решать типовые задачи по теме.

*Литература:* [9, С. 234-245], [19, С. 461-469], [25, С. 5-10], [8, С. 16-35], [27, С. 5-10].

### МОДУЛЬ 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО (I СЕМЕСТР)

#### **Тема 3. Математические и электротехнические методы решения практических задач на постоянный ток в цепях.**

1. Постоянный ток.
2. Правила Кирхгофа.
3. Метод эквивалентных преобразований.
4. Метод эквивалентного генератора.

*Термины:* постоянный ток, цепь, заряд, генератор, ЭДС, узел, направление тока, первый закон Кирхгофа, второй закон Кирхгофа, метод эквивалентных преобразований, метод эквивалентного генератора.

*Выполнить:*

1. Изучить основную и дополнительную литературу по теме.
2. Научиться решать типовые задачи по теме.

*Литература:* [2, С. 19-51], [5, С. 133-152], [20, С. 106-124].

### МОДУЛЬ 4. МАГНЕТИЗМ (II СЕМЕСТР)

#### **Тема № 4. Свойства и применение транзисторов.**

1. Физические процессы и свойства биполярных транзисторов.
2. Вольт-амперные характеристики.
3. Полевые транзисторы.
4. Применение транзисторов для усиления звуковых сигналов.
5. Режимы и классы работы усилителей

*Термины:* p-n переход, полупроводник, транзистор, вольтамперная характеристика, полевой транзистор, усилитель, режим работы усилителя, класс работы усилителя.

*Выполнить:*

1. Изучить основную и дополнительную литературу по теме.
2. Научиться решать типовые задачи по теме.

*Литература:* [11, С. 74-90], [20, С. 254-261], [13, С. 58-76], [22, С. 14-38, 66-89], [26, С. 18-31, 52-74].

## МОДУЛЬ 5. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ. (II СЕМЕСТР)

### **Тема № 5. Упругие волны**

1. Волновые процессы.
2. Продольные и поперечные волны.
3. Фазовая скорость.
4. Уравнение бегущей волны.
5. Принцип суперпозиции.
6. Стоячие волны, примеры стоячих волн.
7. Демонстрация стоячих волн.
8. Волны Шумана.

*Термины:* волна, волновой процесс, продольная волна, поперечная волна, фаза, амплитуда, частота, период, циклическая частота, уравнение бегущей волны, принцип суперпозиции, стоячая волна, волна Шумана.

*Выполнить:*

3. Изучить основную и дополнительную литературу по теме.
4. Научиться решать типовые задачи по теме.

*Литература:* [9, С. 292-300], [19, С. 263-286], [24, С. 13-44].

## МОДУЛЬ 6. ТЕОРИЯ ЗВУКА (III СЕМЕСТР)

### **Тема № 6. Канал звукопередачи. Уровень передачи звукового сигнала. Амплитудно-частотная характеристика.**

1. Канал звукопередачи.
2. Уровень передачи звукового сигнала.
3. Амплитудно-частотная характеристика.

*Термины:* звукопередача, канал звукопередачи, источник звука, приемник звука, уровень передачи, амплитудно-частотная характеристика.

*Выполнить:*

1. Изучить основную и дополнительную литературу по теме.
2. Научиться решать типовые задачи по теме.

*Литература:* [6, С. 160-167], [9, С. 321-328], [10, С. 123-171], [12, С. 99-108], [14, С. 29-45].

МОДУЛЬ 6. ТЕОРИЯ ЗВУКА  
(III СЕМЕСТР)

**Тема №7: Практическое применение инфразвука. Влияние инфразвука на организм человека.**

1. Инфразвук
2. Практическое применение инфразвука.
3. Влияние инфразвука на организм человека.

*Термины:* инфразвук, утомляемость, депрессия, УЗИ.

*Выполнить:*

1. Изучить основную и дополнительную литературу по теме.
2. Научиться решать типовые задачи по теме.

*Литература:* [6, С. 192], [5, С. 188-192], [9, С. 318-328].

МОДУЛЬ 6. ТЕОРИЯ ЗВУКА  
(III СЕМЕСТР)

**Тема № 8: Электромагнитные волны.**

1. Уравнения электромагнитной волны.
2. Энергия электромагнитных волн.
3. Свойства электромагнитных волн.

*Термины:* электромагнитная волна, электромагнитное поле, частота, длина волны, скорость, энергия электромагнитной волны, импульс электромагнитной волны.

*Выполнить:*

1. Изучить основную и дополнительную литературу по теме.
2. Научиться решать типовые задачи по теме.

*Литература:* [5, С. 192-198], [9, С. 335-344], [20, С. 397-417].

МОДУЛЬ 6. ТЕОРИЯ ЗВУКА  
(III СЕМЕСТР)

**Тема № 9: Кодирование информации**

1. Теорема Котельникова.
2. Носители информации и физические основы их работы.
3. Магнитные диски, дискеты, оптические диски.

*Термины:* дискретизация аналогового сигнала, частота дискретизации, формирование дискретного сигнала, дискретирующая последовательность импульсов, дельта-импульс, спектральная плотность дискретизированного сигнала, теорема Котельникова, магнитные диски, дискеты, оптические диски.

*Выполнить:*

1. Изучить основную и дополнительную литературу по теме.
2. Научиться решать типовые задачи по теме.

*Литература:* [6, С. 177-180], [13, С. 185-240], [14, С. 78-90].

МОДУЛЬ 7. Физика звука.  
(IV СЕМЕСТР)

**Тема № 10: Колебания пластин.**

1. Колебания пластины.
2. Собственные колебания.
3. Дифференциальные уравнения собственных колебаний.
4. Фигуры Хладни.

*Термины:* колебания пластины, фигуры Хладни, узловые линии пластины, узловые поверхности, собственные колебания плоских фигур, дифференциальные уравнения собственных колебаний.

*Выполнить:*

1. Изучить основную и дополнительную литературу по теме.
2. Научиться решать типовые задачи по теме.

*Литература:* [1, С. 571-578], [6, С.95-97, 148-153], [19, С. 286-287].

МОДУЛЬ 7. Физика звука.  
(IV СЕМЕСТР)

**Тема № 11. Усилители звуковых частот**

1. Принципы построения усилителей звуковых частот.
2. Важнейшие показатели и характеристики усилителей.
3. Режимы работы электронных усилителей.
4. Применение транзисторов для усиления сигналов.
5. Характеристики и свойства операционных усилителей.
6. Применение операционных усилителей для усиления звуковых сигналов.
7. Основы схемотехники электронных усилителей звуковых частот.

*Термины:* колебания пластины, фигуры Хладни, узловые линии пластины, узловые поверхности, собственные колебания плоских фигур, звуковые усилители, операционные усилители, электронные усилители, транзисторные усилители.

*Выполнить:*

3. Изучить основную и дополнительную литературу по теме.
4. Научиться решать типовые задачи по теме.

*Литература:* [6, С. 181], [13, С. 200-210], [22, С. 66-89], [26, С. 305-660].

## 7.2. ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

### Требования к оформлению реферата:

Объём реферата 20 страниц машинописного текста, шрифт TimesNewRoman 14, интервал 1,5, выравнивание по ширине, сквозная нумерация страниц, сквозная нумерация рисунков, сквозная нумерация формул, обязательно список литературы – минимум три источника.

### Темы рефератов

1. Притяжение и элементы теории поля.
2. Специальная теория относительности.
3. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта.
4. Основы общей теории относительности.
5. Методы получения вакуума.
6. Типы кристаллических твёрдых тел.
7. Дефекты в кристаллах.
8. Постоянный ток в цепях.
9. Свойства и применение транзисторов.
10. Закон Фарадея.
11. Уравнения Максвелла.
12. Теория электропроводности металлов.
13. Магнитное поле соленоида и тороида.
14. Ферромагнетики и их свойства.
15. Пьезоэлектрики и их свойства.
16. Сверхпроводимость.
17. Инфразвук: физическая природа и применение.
18. Носители информации: дискеты, СД, DVD, карты памяти
19. Излучение и рассеяние звука.
20. Корректирующие контуры и их механические аналоги.
21. Электромагнитные, механические и акустические фильтры.
22. Принципы построения усилителей звуковых частот.
23. Режимы работы электронных усилителей.
24. Применение транзисторов для усиления сигналов.
25. Характеристики и свойства операционных усилителей.
26. Основы схемотехники электронных усилителей звуковых частот.
27. Конденсаторный микрофон.
28. Лазер. Запись данных на компакт диск, считывание кодированного сигнала.
29. Электромагнитные волны.
30. Основы акустики помещений.
31. Основы нелинейной акустики.
32. Колебания гибкой струны.
33. Колебания струны конечной длины.
34. Колебания мембран и пластин.

### 7.3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

#### I КУРС

#### Контрольная работа № 1

1. Тело падает с высоты  $h = 19,6$  м с начальной скоростью  $v_0 = 0$ . Какой путь пройдет тело за первую  $0,1$  с своего движения?
2. Бросив камень под углом  $45^\circ$  к горизонту, необходимо попасть в цель, находящуюся на расстоянии  $12$  м от места бросания и на высоте  $2$  м. С какой скоростью необходимо бросить камень?
3. Какую работу  $A$  надо совершить, чтобы заставить движущееся тело массой  $m = 2$  кг: а) увеличить скорость с  $v_1 = 2$  м/с до  $v_2 = 5$  м/с; б) остановиться при начальной скорости  $v_0 = 8$  м/с?
4. Груз массой  $m=100$  г закреплен на пружине жесткостью  $k=100$  Н/м. Его смещают на  $3$  см от положения равновесия и сообщают скорость  $=10$  см/с. Чему равна потенциальная и кинетическая энергии груза в начальный момент? Какова полная энергия груза? Напишите уравнение его движения.
5. Найти отношение длин двух математических маятников, если отношение периодов их колебаний равно  $1,5$ .
6. Во сколько раз плотность воздуха  $\rho_1$  заполняющего помещение зимой ( $t_1 = 7^\circ\text{C}$ ), больше его плотности  $\rho_2$  летом ( $t_2 = 37^\circ\text{C}$ )? Давление газа считать постоянным.
7. Удельная теплоемкость некоторого двухатомного газа  $c_p = 14,7$  кДж/(кг·К). Найти молярную массу  $\mu$  этого газа.
8. В каком газе при одной и той же температуре скорость звука  $v$  больше — в азоте ( $\text{N}_2$ ) или в углекислом газе ( $\text{CO}_2$ )? Во сколько раз? Колебательные степени свободы молекул газов не возбуждаются.
9. Какую индуктивность  $L$  надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости  $C = 2$  мкФ получить частоту  $\nu = 1000$  Гц?
10. Колебательный контур имеет емкость  $C = 1,1$  нФ и индуктивность  $L = 5$  мГн. Логарифмический декремент затухания  $N = 0,005$ . За какое время вследствие затухания потеряется  $99\%$  энергии контура?

#### Контрольная работа № 2

1. Написать уравнение гармонического колебательного движения с амплитудой  $A = 5$  см, если за время  $t = 1$  мин совершается  $150$  колебаний и начальная фаза колебаний  $\varphi = \pi/4$ . Начертить график этого движения.
2. Написать уравнение гармонического колебательного движения с амплитудой  $A = 5$  см и периодом  $T = 8$  с, если начальная фаза  $\varphi$  колебаний равна: а)  $0$ ; б)  $\pi/2$ ; в)  $\pi$ ; г)  $3\pi/2$  д)  $2\pi$ . Начертить график этого движения во всех случаях.
3. Уравнение движения точки дано в виде  $x = 2\sin(\pi/2 \cdot t + \pi/4)$ . Найти период колебаний  $T$ , максимальную скорость  $v_{\max}$  и максимальное ускорение  $a_{\max}$  точки.
4. Написать уравнение движения, получающегося в результате сложения двух одинаково направленных гармонических колебательных движений с одинаковым периодом  $T = 8$  с и одинаковой амплитудой  $A = 0,02$  м. Разность фаз между этими колебаниями  $\varphi_2 - \varphi_1 = \pi/4$ . Начальная фаза одного из этих колебаний равна нулю.

5. Найти амплитуду  $A$  и начальную фазу  $\varphi$  гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями  $x_1 = 4\sin(\pi \cdot t)$  см и  $x_2 = \sin(\pi t + \pi/2)$  см. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
6. Уравнение колебаний имеет вид  $x = A\sin(2\pi\nu_1 \cdot t)$ , причем амплитуда  $A$  изменяется со временем по закону  $A = A_0 \cdot (1 + \cos(2\pi\nu_2 \cdot t))$ . Из каких гармонических колебаний состоит колебание? Построить график слагаемых и результирующего колебаний для  $A_0 = 4$  см,  $\nu_1 = 2$  Гц,  $\nu_2 = 1$  Гц. Начертить спектр результирующего колебания.
7. Найти амплитуду  $A$  и начальную фазу  $\varphi$  гармонического колебания, полученного от сложения одинаково направленных колебаний, данных уравнениями  $x_1 = 4\sin(\pi \cdot t)$  см и  $x_2 = \sin(\pi t + \pi/2)$  см. Написать уравнение результирующего колебания. Дать векторную диаграмму сложения амплитуд.
8. Какой частоте камертона соответствует звуковая волна в воздухе длиной 34 м? Скорость звука в воздухе равна 340 м/с.
9. Найдите расстояние до объекта, если отраженный радиосигнал возвратился обратно через  $10^{-4}$  с.
10. Найти длину волны в воздухе на частоте 500 Гц, если атмосферное давление 105 Па и плотность воздуха  $\rho = 1,26$  кг/м<sup>3</sup>.

## II КУРС Контрольная работа № 1

1. Дельфины испускают ультразвуковые волны с частотой 250 000 Гц. Определите длину волны такого звука а) в воде; б) в воздухе. Скорость звука в воздухе принять равной 340 м/с, в воде – 1480 м/с.
2. Нормальный разговор человека оценивается уровнем интенсивности звука (относительно порога слышимости)  $L_1 = 50$  дБ. Определить уровень громкости звука, соответствующего 3 одновременно говорящим людям.
3. Шум на улице, которому соответствует уровень интенсивности звука  $L_1 = 50$  дБ, слышен в комнате так, как шум  $L_2 = 30$  дБ. Найдите отношение интенсивностей звука на улице и в комнате.
4. Определить среднюю силу, действующую на барабанную перепонку человека площадью  $60$  мм<sup>2</sup> для: 1) порога слышимости  $I_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>, 2) порога болевого ощущения  $I = 10$  Вт/м<sup>2</sup>. Скорость звуковой волны принять равной 330 м/с. Плотность воздуха  $\rho = 1,29$  кг/м<sup>3</sup>.
5. Согласно санитарным нормам, время нахождения человека в помещении с уровнем интенсивности шума 100 дБ не должно превышать 30 мин. Какая энергия проходит за это время через барабанную перепонку человека площадью  $60$  мм<sup>2</sup>?
6. Звуковая волна с уровнем 60 дБ падает на барабанную перепонку площадью  $60$  мм<sup>2</sup>. Сколько энергии поглощает барабанная перепонка в секунду?
7. При частоте 1000 Гц стереофонический усилитель дает выходную мощность 40 Вт. При частоте 30 Гц уровень громкости падает на 5 дБ. Какова выходная мощность при частоте 30 Гц?
8. Интенсивность звука равна  $10^{-4}$  Вт/м<sup>2</sup>. Найдите уровень громкости звука (для частоты 1 кГц).

9. Одинаково ли громко воспринимаются ухом тон частотой 1000 Гц и интенсивностью  $10^{10}$  Вт/м<sup>2</sup> и тон частотой 200 Гц и интенсивностью  $10^{-8}$  Вт/м<sup>2</sup>? Для решения воспользуйтесь кривыми равной громкости.
10. Разложить в ряд Фурье периодическую функцию с периодом  $T = 2\pi$ , заданную на отрезке  $[-\pi; \pi]$ . Построить график данной функции на промежутке  $[-4\pi; 4\pi]$ .
- $$f(t) = \begin{cases} 0, & -\pi \leq t < 0 \\ 3t - 1, & 0 \leq t < \pi \end{cases}$$

### Контрольная работа № 2

1. С какой силой необходимо натянуть стальную струну длиной 20 см и диаметром 0,2 мм, чтобы она издавала ноту «ля» (частота 435 Гц)?
2. Тонкую струну заменили струной из того же материала, но имеющей втрое больший диаметр. Во сколько раз нужно изменить натяжение струны, чтобы частота колебаний струны не изменилась?
3. Как изменится частота основного тона струны, если:
  - а) середину струны придавили пальцем к грифу,
  - б) изменив натяжение струны, увеличили скорость распространения волны по струне в 3 раза.
4. Найти собственные частоты колебаний воздушного столба в закрытой с обоих концов трубе, имеющей длину 3,4 м.
5. Струна гитары массой 1,50 г и длиной 80 см расположена вблизи открытой с одного конца трубы, имеющей длину также 80 см. Каково должно быть натяжение струны, чтобы частота ее третьей гармоники совпала с частотой первой гармоники трубы? Температуру положите равной 20 °С.
6. Чему будет равна частота биений в случае, когда ноты «до» и «до#» (262 Гц и 277 Гц соответственно) звучат одновременно? Будут ли слышны эти биения?
7. Предполагается, что две рояльные струны должны иметь одну и ту же частоту 132 Гц, однако настройщик фортепиано слышит, что при одновременном их звучании через каждые 2 с происходят биения. Если одна струна колеблется с частотой 132 Гц, то какова в этом случае частота колебаний другой? Получим ли мы один ответ на этот вопрос?
8. Струна, натянутая с силой  $F_1 = 147$  Н, дает с камертоном частоту биений  $f_1 = 8$  Гц. После того как эту струну натянули с силой  $F_2 = 156,8$  Н, она стала настроена с камертоном в унисон. Найти частоту  $f_2$  колебаний камертона.
9. На какой диапазон частот можно настроить колебательный контур, если его индуктивность  $L = 2$  мГн, а емкость может меняться от  $C_1 = 69$  пФ до  $C_2 = 533$  пФ?
10. Над цилиндрическим сосудом высотой 1 м звучит камертон, имеющий собственную частоту колебаний 340 Гц. В сосуд медленно наливают воду. При каких положениях уровня воды в сосуде звучание камертона значительно усиливается?



#### 7.4.ВОПРОСЫ К ЗАЧЁТУ

1. История развития акустики и учение о звуке.
2. Предмет физики и ее связь с другими науками.
3. История развития математической физики.
4. Основные понятия кинематики (перемещение, путь, скорость, ускорение, механическое движение, материальная точка).
5. Законы Ньютона. Силы в механике.
6. Эталоны системы СИ.
7. Кинетическая и потенциальная энергии.
8. Закон сохранения энергии. Графическое представление энергии.
9. Давление в жидкости и газе. Закон Архимеда.
10. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли.
11. Вязкость.
12. Законы идеального газа.
13. Изопроцессы.
14. Закон Авогадро.
15. Уравнение состояния идеального газа (Менделеева-Клапейрона).
16. Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения.
17. Барометрическая формула.
18. Явления переноса в термодинамически-неравновесных системах (теплопроводность, диффузия, внутреннее трение (вязкость)).
19. Закон равномерного распределения энергии молекул.
20. Первое начало термодинамики.
21. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
22. Адиабатический процесс.
23. Политропный процесс.
24. Круговой процесс.
25. Обратимые и необратимые процессы.
26. Энтропия. Второе начало термодинамики.
27. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия.
28. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса.
29. Внутренняя энергия реального газа.
30. Свойства жидкостей. Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярные явления.
31. Твердые тела. Монокристаллы и поликристаллы. Теплоемкость твердых тел.
32. Электрические заряды. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Система единиц.
33. Электрическое поле. Напряженность электрического поля.
34. Потенциал электростатического поля. Напряженность как градиент потенциала.
35. Типы диэлектриков.
36. Напряженность поля в диэлектрике. Сегнетоэлектрики.
37. Электрическая емкость проводника. Конденсаторы.
38. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов.
39. Энергия системы неподвижных зарядов. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля.
40. Электрический ток, сила и плотность тока.
41. Электродвижущая сила и напряжение. Закон Ома.
42. Сопротивление проводников.

43. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.
44. Закон Ома для неоднородных участков цепи.
45. Правила Кирхгофа.

## 7.5. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Физическая природа звука. Звуковой диапазон частот. Мощность звука. Звуковое давление.
2. Музыка, акустика и прикладная акустика. Звук, инфразвук, ультразвук: характеристики и особенности.
3. Динамический диапазон слуха, реальный звук, спектры звуковых колебаний и тембр. Звук в закрытом помещении.
4. Канал звукопередачи. Уровень передачи звукового сигнала. Амплитудно-частотная характеристика.
5. Искажение в тракте звукопередачи. Динамический диапазон передачи.
6. Восприятие громкости сложного звука.
7. Устройство и принцип действия микрофонов.
8. Практическое применение инфразвука. Влияние инфразвука на организм человека.
9. Ультразвук: физические свойства и особенности распространения ультразвука, генерация ультразвуковых колебаний, прием и выявления ультразвука, применение в технике. Биологическое действие ультразвука.
10. Эффект Доплера в акустике.
11. Реверберация, понятие об архитектурной акустике
12. Спектральный анализ звука, теорема Фурье.
13. Спектральное представление периодических сигналов.
14. Носители информации и физические основы их работы: магнитные диски, дискеты, оптические диски.
15. Лазер. Запись данных на компакт диск, считывание кодированного сигнала.
16. Векторные диаграммы звуковых колебаний.
17. Сложение звуковых колебаний методом векторных диаграмм.
18. Волновая природа звука. Построение графиков звуковых колебаний.
19. Гибкая струна: колебания струны, скорость волны, начальные условия.
20. Струна конечной длины. Сила, приложенная в некоторой точке струны. Фортепианная струна. Влияние трения.
21. Колебания стержней. Уравнения движения. Простое гармоническое колебание. Колебания твердой струны (провода).
22. Звук в трубах. Духовые инструменты.
23. Звук в рупор. Деревянные духовые инструменты.
24. Излучение и рассеяние звука. Волна давления.
25. Корректирующие контуры и их механические аналоги.
26. Электромагнитные, механические и акустические фильтры.
27. Принципы построения усилителей звуковых частот. Важнейшие показатели и характеристики усилителей.
28. Режимы работы электронных усилителей. Применение транзисторов для усиления сигналов.
29. Характеристики и свойства операционных усилителей. Применение операционных усилителей для усиления звуковых сигналов.
30. Основы схемотехники электронных усилителей звуковых частот.
31. Искажение звуковых сигналов при кодировании информации. Теорема Котельникова.
32. Гибкая струна: колебания струны, скорость волны, начальные условия.
33. Струна конечной длины. Фортепианная струна. Влияние трения.

34. Колебания стержней. Уравнения движения.
35. Мембраны и пластинки. Уравнения движения. Прямоугольная и круглая мембраны.
36. Звук в трубах. Духовые инструменты.
37. Звук в рупорах. Деревянные духовые инструменты.

## 8. МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие методы образовательных технологий:

- методы ИТ – использование Internet-ресурсов для расширения информационного поля и получения профессиональной информации;
- междисциплинарное обучение – обучение с использованием знаний из различных областей (дисциплин), реализуемых в контексте конкретной задачи;
- проблемное обучение – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний для решения конкретной поставленной задачи;
- обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности студента посредством ассоциации их собственного опыта с предметом изучения.

Изучение дисциплины «Физика звука» осуществляется студентами в ходе прослушивания лекций, участия в семинарских занятиях, а также посредством самостоятельной работы с рекомендованной литературой.

В рамках лекционного курса материал излагается в соответствии с рабочей программой. При этом преподаватель подробно останавливается на концептуальных темах курса, а также темах, вызывающих у студентов затруднение при изучении. В ходе проведения лекции студенты конспектируют материал, излагаемый преподавателем, записывая подробно базовые определения и понятия.

В ходе проведения семинарских занятий студенты отвечают на вопросы, вынесенные в план семинарского занятия. Помимо устной работы, проводится защита рефератов по теме семинарского занятия, сопровождающаяся его обсуждением и оцениванием. Кроме того, в ходе семинарского занятия может быть проведено пилотное тестирование, предполагающее выявление уровня знаний по пройденному материалу.

Для изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, семинарские занятия, самостоятельная работа студентов и консультации.

При проведении различных видов занятий используются интерактивные формы обучения:

Занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии
Семинарские занятия	Кейс-метод (разбор конкретных ситуаций), дискуссии, коллективное решение творческих задач.

## 9. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Оценка	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Свободная ориентация в вопросах по курсу теоретического материала, полный ответ на предложенные вопросы, выполнение на соответствующем уровне в полном объеме практических задач.
хорошо (4)	Уверенное овладение знаниями и навыками полного курса, достаточно уверенная ориентация в вопросах по курсу теоретического материала, достаточно полный ответ на предложенные вопросы, выполнение с незначительными недостатками практических задач в полном объеме.
удовлетворительно (3)	Определенные недостатки в выполнении практических заданий, слабая ориентация в вопросах по курсу теоретического материала, неуверенный и не в достаточном объеме ответ на предложенные вопросы.
неудовлетворительно (2)	Отсутствие знаний по теоретическим вопросам курса физики звука, неумение ответить на предложенные вопросы, невыполнение или выполнение с грубыми ошибками практических задач.

## 10. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, УЧЕБНАЯ И РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература:

1. [Алдошина, И. Музыкальная акустика : учебник / И. Алдошина; Р. Приттс. — СПб : Композитор, 2006. — 720 с.](#)
2. [Афонин, В. В. Сборник задач по электротехнике : учеб. пособие, Ч. 1 / В. В. Афонин, Н. И. Акулинин, А. А. Ткаченко. — в 3-х ч. — Тамбов : ТГТУ, 2004. — 54 с.](#)
3. [Бидерман, В. Л. Теория механических колебаний: учебник для вузов / В. Л. Бидерман. — М. : Высшая школа, 1980. — 408 с.](#)
4. [Виноградова, М. Б. Теория волн / М. Б. Виноградова, О. В. Руденко, А. П. Сухоруков. — М. : Наука, 1979. — 384 с.](#)
5. [Волькенштейн, В. С. Сборник задач по общему курсу физики: учебное пособие / В. С. Волькенштейн. — 11-е изд, перераб.. — М. : Наука, 1985. — 384 с.](#)
6. [Воронкин, А. С. Краткий курс физики для высших учебных заведений искусств : уч. пособ. для стул, напр. подготовки 6.020204 «Музыкальное искусство» спец. «Звукорежиссура» всех форм обучения / А. С. Воронкин. — Луганск : Изд-во ЛГИКИ, 2011. — 236 с.](#)
7. [Воронкин, А. С. Линейные колебания и волны. Введение в акустику : учеб. пособие / А. С. Воронкин. — Луганск : СПД Резников В. С., 2012. — 224 с.](#)
8. [Епифанов, Г. И. Физика твердого тела: учеб. пособие / Г. И. Епифанов. — изд. 2-е, перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 1977. — 288 с.](#)
9. [Зисман, Г. А. Курс общей физики. Т. 1 : Механика, молекулярная физика, колебания и волны / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. — изд. 6-е, перераб. — М. : Наука, 1974. — 336 с.](#)
10. [Исакович, М. А. Общая акустика : учеб. пособие / М. А. Исакович. — М. : Наука, 1973. — 502 с.](#)
11. [Квітка, С.О. Електроніка та мікросхемотехніка : навч. посібник / С. О. Квітка, В. Ф. Яковлев, О. В. Нікітіна; за ред. В. Ф. Яковлева. — К. : Аграрна освіта, 2010. — 329 с.](#)
12. [Красильников, В. А. Введение в физическую акустику / В. А. Красильников, В. В. Крылов. — М. : Наука, 1984. — 403 с.](#)
13. [Марченко, А. Л. Основы электроники : учеб. пособие / А. Л. Марченко. — М. : ДМК Пресс, 2008. — 296 с.](#)
14. [Меерзон, Б. Я. Акустические основы звукорежиссуры : учеб. пособ. / Б. Я. Меерзон. — М. : Аспект Пресс, 2004. — 205 с.](#)
15. [Основы теории колебаний / под ред. В. В. Мигулина. — М. : Наука, 1978. — 393 с.](#)
16. [Мясников, С. П. Пособие по физике : учеб. пособ. для подготовки отделений вузов / С. П. Мясников, Т. Н. Осанова. — 5-е изд., испр. и перераб. — М. : Высшая школа, 1988. — 399 с.](#)
17. [Орир, Дж. Физика. Полный курс: примеры, задачи, решения / Дж. Орир. — М. : КДУ, 2010. — 752 с.](#)
18. [Пановко, Я. Г. Введение в теорию механических колебаний : учеб. пособие для вузов / Я. Г. Пановко. — 3-е изд., перераб. — М. : Наука, 1991. — 256 с.](#)
19. [Савельев, И. В. Курс общей физики. Т. 1 : Механика, колебания и волны, молекулярная физика / И. В. Савельев. — М. : Наука, 1970. — 517 с.](#)
20. [Савельев, И. В. Курс общей физики. Т. 2 : Электричество / И. В. савельев. — М. : Наука, 1970. — 442 с.](#)
21. [Савельев, И. В. Курс общей физики. Т. 3 : Квантовая физика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. — изд. 3-е, исправ. — М. : Наука, 1987. — 320 с.](#)

22. [Скаржепа, В. А. Электроника и микросхемотехника : сб. задач / В. А. Скаржепа, В. И. Сенько; под общ. ред. А. А. Краснопршеной. — К. : Вища школа, 1989. — 233 с.](#)
23. [Соколовский, Ю. И. Теория относительности в элементарном изложении / Ю. И. Соколовский. — М. : Наука, 1964. — 200 с.](#)
24. [Стрелков, С. П. Введение в теорию колебаний : учебник / С. П. Стрелков. — 3-е изд., испр. — СПб : Лань, 2005. — 440 с.](#)
25. [Стрелков, С. П. Механика / С. П. Стрелков. - изд. 3-е, перераб. — М. : Наука, 1975. — 560 с.](#)
26. [Титце, У. Полупроводниковая схемотехника. Т. 1 / У. Титце, К. Шенк: пер. с нем. — 12-е изд. — М. : ДМК Пресс, 2008. — 832 с.](#)
27. [Шевченко, О. Ю. Основы физики твердого тела : учеб. пособие / О. Ю. Шевченко. — СПб. : СПбГУ ИТМО, 2010. — 76 с.](#)

#### Дополнительная литература:

28. Бреховских, Л. М. Введение в механику сплошных сред : в приложении к теории волн / Л. М. Бреховских, В. В. Гончаров. — М. : Наука, 1982. — 335 с.
29. Глухов, Н. Д. Сборник задач и упражнений по физике / Н. Д. Глухов. — М. : Высш. шк., 1985. — 317 с.
30. Глухов, Н. Д. Физика : учеб. для ин-тов искусств / Н. Д. Глухов. — М. : Высш. шк., 1982. — 428 с.
31. Глухова, Г. Н. Физика / Г. Н. Глухова, П. И. Самойленко, А. А. Ченцов. — М. : Высш. шк., 1987. — 400 с.
32. Дмитрів, В. Т. Електроніка і мікросхемотехніка / В. Т. Дмитрів, В. М. Шиманский. — Львів : Афіша, 2004. — 175 с.
33. Дондукова, Р. А. Руководство по проведению лабораторных работ по физике / Р. А. Дондукова. — М. : Высш. шк., 1984. — 308 с.
34. Душенко, В. П. Общая физика. Физические основы механики. Молекулярная физика и термодинамика : учеб. пособие для пед. ин-тов / В. П. Душенко, И. М. Кучерук. — К. : Высш. шк., 1987. — 471 с.
35. Зисман, Г. А. Курс общей физики. Том 2 / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. — М. : Наука, 1969. — 367 с.
36. Зисман, Г. А. Курс общей физики. Том 3 / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. — М. : Наука, 1970. — 500 с.
37. Курс общей физики. Основы физики. В 2 т. Т. 1 / А. С. Кингсеп, В. Е. Белонучкин и др. — М. : Физматлит, 2007. — 704 с.
38. Курс общей физики. Основы физики. В 2 т. Т. 2 / А. С. Кингсеп, В. Е. Белонучкин и др. — М. : Физматлит, 2007. — 608 с.
39. Маковецкий, П. В. Смотри в корень! / П. В. Маковецкий. — М. : Наука, 1976. — 448 с.
40. Мандельштам, Л. И. Лекции по теории колебаний / Л. И. Мандельштам. — М. : Наука, 1972.
41. Перельман, Я. И. Занимательная физика. Кн. 1 и 2 / Я. И. Перельман. — М. : СЭКЭО, 2016. — 448 с.
42. Пискунов, Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления : учебник для вузов. В 2-х т / Н. С. Пискунов. — М. : Наука, 1985.
43. Россель, Ж. Общая физика / Ж. Россель; под ред. О. Н. Третьяковой. — М. : Вузовская книга, 2008. — 448 с.
44. Сивухин, Д. В. Общий курс физики для физических специальностей вузов / Д. В. Сивухин. — М. : Наука, 1979. — 619 с.
45. Тарасов, Л. В. Физика в природе / Л. В. Тарасов. — М. : Просвещение, 1988. — 352 с.



46. Трофимова, Т. И. Курс физики : учебник для студ. вузов / Т. И. Трофимова. – М. : Высш. шк., 1985. – 432 с.
47. Хайкин, С. Г. Физические основы механики: учеб. пособ. для ун-тов / С. Г. Хайкин. – М. : Наука, 1971. – 743 с.
48. [Хокинг, С. Краткая история времени : От большого взрыва до черных дыр / С. Хокинг. — СПб : Амфора, 2001. — 268 с.](#)
49. Хорбенко, И. Г. Звук, ультразвук, инфразвук / И. Г. Хорбенко. – М. : Знание, 1978. – 164 с.

### Информационные ресурсы

50. Введение в нанотехнологии [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://nano-edu.ulsu.ru>
51. Виртуальный фонд естественно-научных и научно-технических эффектов «Эффективная физика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.effects.ru>
52. Газета «Физика» Издательского дома «Первое сентября» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fiz.1september.ru>
53. Заочная физико-техническая школа при МФТИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.school.mipt.ru>
54. Интернет-место физика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ivsu.ivanovo.ac.ru/phys>
55. Кафедра физики Московского института открытого образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fizkaf.narod.ru>
56. Квант: научно-популярный физико-математический журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kvant.mccme.ru>
57. Концепции современного естествознания: электронный учебник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nrc.edu.ru/est>
58. Лаборатория обучения физики и астрономии ИСМО РАО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://physics.ioso.ru>
59. Лауреаты нобелевской премии по физике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://n-t.ru/nl/fz>
60. Материалы кафедры общей физики МГУ им. М.В. Ломоносова: учебные пособия, физический практикум, видео- и компьютерные демонстрации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://genphys.phys.msu.ru>
61. Материалы физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.phys.spbu.ru/library>
62. Мир физики: демонстрации физических экспериментов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://demo.home.nov.ru>
63. Муницын, А.И. Теория колебаний. Электронный курс лекций по предмету «теория колебаний». Ивановский государственный энергетический университет. Кафедра механики. Электронный ресурс: <http://elib.ispu.ru/library/lessons/Munitcin/index.htm>
64. Образовательные материалы по физике ФТИ им. А.Ф. Иоффе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edu.ioffe.ru/edu>
65. Онлайн-преобразователь единиц измерения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.decoder.ru>
66. Портал естественных наук: Физика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.e-science.ru/physics>
67. Проект «Вся физика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fizika.asvu.ru>
68. Проект AFPortal.ru: астрофизический портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.afportal.ru>

69. Справочник по физике для студентов и абитуриентов / Трофимова Т.И. - М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2001. – 399с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://sp.bdpu.org/theory/Spravochnik\\_po\\_fizike.rar/](http://sp.bdpu.org/theory/Spravochnik_po_fizike.rar/).

70. Элементы: популярный сайт о фундаментальной науке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elementy.ru>

71. Ядерная физика в Интернете [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nuclphys.sinp.msu.ru>

## **11.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Учебные занятия проводятся в аудиториях согласно расписанию занятий. При подготовке к занятиям по данной дисциплине используется аудиторный фонд (столы, стулья, доска).

При подготовке и проведении занятий используются дополнительные материалы. Предоставляется литература читального зала библиотеки ГОУК ЛНР «ЛГАКИ им.М.Матусовского». Студенты имеют доступ к ресурсам электронной библиотечной системы Академии. Применяются информационные технологии и программное обеспечение.