

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 15.07.2023 18:45:51

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института  
мелиорации, водного хозяйства и  
строительства имени А.Н. Костякова  
Д.М. Бенин  
« 23 » 08 20 22 г.

## Лист актуализации рабочей программы дисциплины Б1.О.10 «Физика»

для подготовки бакалавров

Направление: 08.03.01 Строительство

Направленности: Промышленное и гражданское строительство; Гидротехническое строительство; Экспертиза и управление недвижимостью

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2019

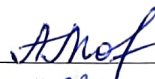
Курс 1

Семестр 1

В рабочую программу вносятся следующие изменения (2022 год начала подготовки):

1) Направленность «Экспертиза и управление недвижимостью» заменить на направленность «Цифровые технологии экспертизы объектов строительства и управление недвижимостью».

Разработчик: А.В. Морозов, к.ф.-м.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)




« 23 » 08 20 22 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры физики  
протокол № 7 от «23» 08 2022 г.

И.о. заведующего кафедрой физики

Н.А. Коноплин, к.ф.-м.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



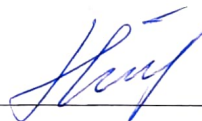
(подпись)

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой  
гидротехнических сооружений

Ханов Н.В., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

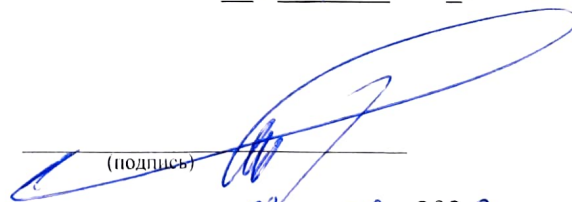


« 23 » 08 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой  
сельскохозяйственного строительства  
и экспертизы объектов недвижимости

Михеев П.А., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

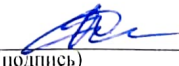


« 23 » 08 2022 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой  
инженерных конструкций

Мареева О.В., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)



« 23 » 08 2022 г.



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова  
Кафедра физики

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института  
мелиорации, водного хозяйства и  
строительства имени А.Н. Костякова  
Д.М. Бенин  
2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.10 ФИЗИКА**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 08.03.01 Строительство

Направленности: Промышленное и гражданское строительство, Гидротехническое строительство, Экспертиза и управление недвижимостью

Курс 1

Семестр 1

Форма обучения - очная

Год начала подготовки - 2019

Регистрационный номер УИВХ 1461

Москва, 20 20

Разработчик: Л.М. Лазаренко, к.ф.-м.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«26» 08 2019 г.

Рецензент: Карнаухов В.М., к.ф.-м.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

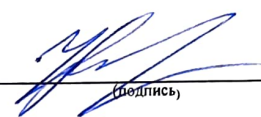
«26» 08 2019 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» и учебного плана 2019 года начала подготовки

Программа обсуждена на заседании кафедры физики протокол № 10 от «26» 08 2019 г.

Зав. кафедрой Коноплин Н.А., к.ф.-м.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

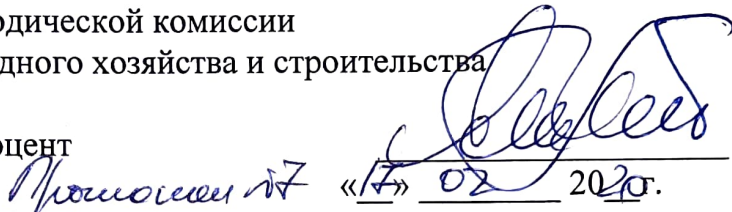
  
(подпись)

«26» 08 2019 г.

### Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова

Бакштанин А.М., к.т.н., доцент

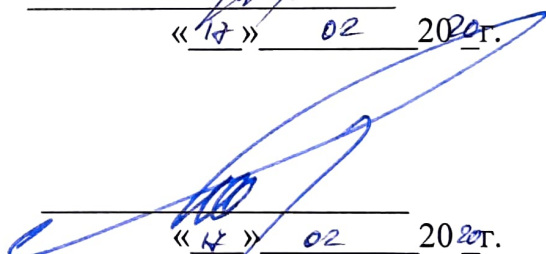
  
«17» 02 2020 г.

Заведующий выпускающей кафедрой инженерных конструкций

Чумичева М.М., к.т.н., доцент

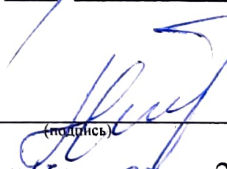
  
«17» 02 2020 г.

Заведующий выпускающей кафедрой сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости Михеев П.А., д.т.н., профессор

  
«17» 02 2020 г.

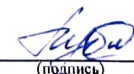
Заведующий выпускающей кафедрой гидротехнических сооружений Ханов Н.В., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«17» 02 2020 г.

Главный библиотекарь отдела обслуживания института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова Чубарова Г.П.

  
(подпись)

Бумажный экземпляр РПД, копии электронных вариантов РПД и оценочных материалов дисциплины получены:

Методический отдел УМУ



«10» 03 2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ .....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	16
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
6.1 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	16
6.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	21
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	23
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	23
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	23
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	23
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	23
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	23
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ) .....	23
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	24
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	24
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	27
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	28

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.10 «ФИЗИКА» для подготовки бакалавра по направлению 08.03.01 «Строительство» направленности «Промышленное и гражданское строительство», «Гидротехническое строительство», «Экспертиза и управление недвижимостью».

**Цель освоения дисциплины:** изучение основных физических явлений; овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, методами физического исследования; формирование способности решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ физики.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» направленности «Промышленное и гражданское строительство», «Гидротехническое строительство», «Экспертиза и управление недвижимостью».

**Требования к результатам освоения дисциплины:**  
в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): УК-1 (УК-1.4), УК-2 (УК-2.2; УК-2.6), ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3).

**Краткое содержание дисциплины:** механика материальной точки и твердого тела, элементы механики сплошных сред, колебания и волны, молекулярно-кинетическая теория, термодинамика, электростатика, постоянный ток, магнитное поле, теория электромагнитного поля, волновые и квантовые свойства света, строение атома, элементы квантовой механики, ядерная физика.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 180 часов / 5 зач. ед.

**Промежуточный контроль:** 1 семестр – экзамен.



Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора сформированности компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.4 Выявление системных связей и отношений между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами на основе принятой парадигмы	основные явления, процессы и объекты механики, статистической физики и термодинамики, электричества и магнетизма, теории колебаний и волн, квантовой физики, атомной и ядерной физики	выявлять системные связи и отношения между изучаемыми физическими явлениями, процессами и/или объектами на основе принятой парадигмы	научными представлениями и терминами в части физик, принимаемыми и разделяемыми научным сообществом и объединяющими большинство его членов (парадигмой в области физики)
2	УК-2	Способен определять круг задач в поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.2 Представление поставленной задачи в виде конкретных заданий	методу решения типовых задач по основным разделам физики	выделять в поставленной физической задаче конкретные задания, решаемые с использованием физических знаний	владеть физиологическим аппаратом при решении физических задач
			УК-2.6 Составление последовательности (алгоритма) решения задачи	методу решения типовых задач по основным разделам физики	проводить анализ поставленной задачи с учетом освоенных физических знаний и целью составления последовательности (алгоритма) решения	владеть физиологическим аппаратом при решении физических задач
3	ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования	ОПК-1.1 Выявление и классификация физических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности	основные понятия, законы, процессы и модели механики, статистической физики и термодинамики, электричества и магнетизма	выделять в профессиональных задачах изучаемые физические процессы, классифицировать их с целью дальнейшего анализа	методами математического и физического моделирования физических процессов; методологией моделирования, конструк-

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является: изучение основных физических явлений; овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, методами физического исследования; формирование способности решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ физики.

### 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Физика» включена в перечень дисциплин учебного плана обязательной части. Дисциплина «Физика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 08.03.01 «Строительство» направленности «Промышленное и гражданское строительство», «Гидротехническое строительство», «Экспертиза и управление недвижимостью».

Дисциплина «Физика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Теоретическая механика», «Техническая механика», «Механика грунтов», «Электротехника и электроснабжение».

Особенностью дисциплины является ее базовый характер для технических и естественнонаучных дисциплин.

Рабочая программа дисциплины «Физика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

	ния теоретических и практических основ естественных и технических наук, в т.ч. математического аппарата	ма, теории колебаний и волн, квантовой физики, атомной и ядерной физики. ОПК-1.2 Выбор базовых физических законов для решения задач профессиональной деятельности	выбирать базовые физические законы для решения задач профессиональной деятельности	рования и практических навыков в области физических процессов
	ОПК-1.3 Решения инженерных задач с помощью математического аппарата	основные понятия, законы, процессы и модели механики, статистической физики и термодинамики, электричества и магнетизма, теории колебаний и волн, квантовой физики, атомной и ядерной физики.	решать типовые задачи по основным разделам физики, доказав в плоскости задач профессиональной деятельности с использованием методов математического аппарата	методами математического аппарата, используемого для решения типовых задач по основным разделам физики, доказав в плоскости задач профессиональной деятельности

7

Таблица 2  
Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в т.ч. по семестрам	
	час.	№1
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>70,4</b>	<b>70,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>70,4</b>	<b>70,4</b>
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	34	34
практические занятия (ПЗ)	18	18
лабораторные работы (ЛР)	16	16
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>109,6</b>	<b>109,6</b>
контрольная работа	10	10
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников, подготовка к лабораторным и практическим занятиям т.д.)	75	75
Подготовка к экзамену (контроль)	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:		экзамен

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (укрупненно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Физические основы механики»	51,6	10	4	8		29,6
Раздел 2 «Колебания и волны»	30	4	2	4		20
Раздел 3 «Молекулярная физика и термодинамика»	16	4	2			10
Раздел 4 «Электричество»	30	4	2	4		20
Раздел 5 «Магнетизм»	16	4	2			10
Раздел 6 «Оптика»	16	4	2			10
Раздел 7 «Квантовая физика»	8	2	1			5
Раздел 8 «Ядерная физика»	10	2	3			5
консультации перед экзаменом	2				2	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4				0,4	
<b>Всего за 1 семестр</b>	<b>180</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>2,4</b>	<b>109,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>180</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>2,4</b>	<b>109,6</b>

## Раздел 1 «Физические основы механики»

## Тема 1 «Кинематика»

Предмет физики. Методы физического исследования. Роль физики в развитии техники и влияние техники на развитие физики. Механическое движение как простейшая форма движения материи. Классическая механика. Пространство и время в классической механике. Физические модели. Кинематическое описание движения точки. Скорость и ускорение при криволинейном движении. Нормальное и касательное

тельное (тангенциальное) ускорения. Движение точки по окружности. Векторы угловой скорости и углового ускорения. Связь линейных скоростей и угловых скоростей и ускорений.

**Тема 2 «Динамика»**  
Динамика. Механическая система. Сила. Масса и импульс. Современная трактовка законов Ньютона. Силы в механике. Импульс системы материальных точек. Закон сохранения импульса. Обобщенная формулировка II закона Ньютона. Закон всемирного тяготения.

**Тема 3 «Энергия»**  
Энергия как универсальная мера различных форм движения и взаимодействия. Работа силы. Консервативные и неконсервативные силы. Мощность. Кинетическая энергия механической системы. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике.

**Тема 4 «Динамика вращательного движения»**  
Момент инерции. Теорема Штейнера. Момент силы. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Кинетическая энергия вращающегося и катящегося твердого тела.

**Тема 5 «Момент импульса»**  
Момент импульса материальной точки, механической системы и тела. Закон сохранения момента импульса. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела в обобщенном виде.

**Тема 6 «Деформация твердого тела»**  
Деформация в твердом теле. Закон Гука.  
Тема 7 «Механика жидкостей и газов»  
Гидростатика несжимаемой жидкости. Давление столба жидкости. Сила Архимеда. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Вязкость жидкости. Режимы течения. Число Рейнольдса.

**Раздел 2 «Колесания и волны»**  
**Тема 1 «Гармонические колебания»**  
Классификация колебаний. Уравнение гармонических колебаний. Механические колебания. Энергия колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Маятники.  
**Тема 2 «Волны»**  
Волновое движение. Плоская гармоническая волна. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны.

**Раздел 3 «Молекулярная физика и термодинамика»**  
**Тема 1 «Молекулярно-кинетическая теория» (МКТ)**  
Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов. Температурная шкала Цельсия и Кельвина. Средняя кинетическая энергия молекул. Молекулярно-кинетическое толкование абсолютной температуры.  
**Тема 2 «Термодинамика»**  
Термодинамические параметры. Термодинамическое равновесие и процесс. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы. Первое начало термодинамики. Работа газа. Теплообмен, количество теплоты. Внутренняя энергия идеального газа. Число степеней свободы. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатный процесс. Теплоемкость. Уравнение Майера. Коэффициент Пуассона. Тепловые двигатели. Теорема Карно. Цикл Карно и его кл.д.  
**Тема 3 «Явления переноса»**  
Явление переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение

**Раздел 4 «Электричество»**  
**Тема 1 «Основы электростатики»**  
Электрические заряды. Закон сохранения зарядов. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Электростатическое поле, его характеристики. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля. Принцип суперпозиции полей. Связь напряженности и потенциала. Градиент потенциала.  
**Тема 2 «Проводники в электрическом поле»**  
Проводники в электростатическом поле. Равновесие зарядов в проводнике. Ёмкость проводников и конденсаторов. Соединения конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.

**Тема 3 «Диэлектрики в электрическом поле»**  
Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков и ее виды. Поляризованность диэлектриков. Диэлектрическая восприимчивость и проницаемость. Вектор электрического смещения.  
**Тема 4 «Постоянный электрический ток»**  
Постоянный электрический ток, условия его существования и основные характеристики. Стойкие силы. Понятие ЭДС и напряжения. Сопротивление проволочного проводника. Соединения проводников. Закон Ома в интегральной форме для однородного и неоднородного участка цепи, для полной цепи. Закон Джоуля – Ленца в интегральной форме. Мощность тока. Закон Ома и Джоуля - Ленца в дифференциальной форме.  
**Тема 5 «Элементы физики твердого тела»**  
Полупроводники. Зонная теория твердого тела. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Диод.

**Раздел 5 «Магнетизм»**  
**Тема 1 «Магнитостатика»**  
Магнитное поле и его характеристики. Макро- и микротоки. Воздействие магнитного поля на рамку с током и на прямолинейный проводник с током. Силовые линии магнитной индукции. Силовая картина магнитного поля прямолинейного проводника с током и кругового витка. Принцип суперпозиции магнитных полей. Закон Био – Савара – Лапласа. Воздействие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца.  
**Тема 2 «Магнитное поле в веществе»**  
Намагничивание магнетиков. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость. Диамагнетика, парамагнетика и ферромагнетика.  
**Тема 3 «Электромагнитная индукция»**  
Электромагнитная индукция. ЭДС индукции в подвижных и неподвижных проводниках. Вращение рамки в магнитном поле. Токи Фуко. Самоиндукция. Индуктивность проводника.  
**Тема 4 «Уравнения Максвелла»**  
Система уравнений Максвелла в интегральной форме.  
**Тема 5 «Электромагнитные колебания и волны»**  
Колебательный контур. Преобразование энергии на различных этапах колебания. Электромагнитная волна. Шкала электромагнитных волн.

**Раздел 6 «Оптика»**  
**Тема 1 «Геометрическая оптика»**  
Оптика. Законы геометрической оптики. Полное внутреннее отражение. Линзы.  
**Тема 2 «Интерференция волн»**  
Интерференция света. Условия возникновения интерференции. Принцип получения интерференционной картины. Условия максимумов и минимумов. Интерференция в тонкой пленке. Колыча Ньютона.  
**Тема 3 «Дифракция волн»**  
Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция на круглом отверстии. Дифракционная решетка. Главные максимумы. Главные минимумы. Разрешающая способность.  
**Тема 4 «Поляризация волн»**  
Поляризованный свет. Виды поляризации. Способы получения поляризованного света. Прохождение естественного света через поляризатор и анализатор. Поворот плоскости поляризации. Закон Брюстера.  
**Тема 5 «Квантовые свойства электромагнитного излучения»**  
Корпускулярно-волновой дуализм света. Квант света. Энергия и импульс фотона. Внешний фотоэффект. Световое давление. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина.

**Раздел 7 «Квантовая физика»**  
**Тема 1 «Строение атома»**  
Модель атома Резерфорда-Бора. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Теория Бора.



**Тема 2 «Элементы квантовой механики»**

Волновые свойства микрочастиц. Длина волны де Бройля и ее свойства. Волновая функция. Уравнение Шредингера.

**Раздел 8 «Ядерная физика»****Тема 1 «Ядро и ядерные реакции»**

Состав атомного ядра. Характеристики ядра. Ядерные силы. Энергия связи ядра. Дефект масс. Энергетический эффект ядерной реакции. Радиоактивное излучение и его виды. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции.

**4.3 Лекции / лабораторные / практические занятия**

Таблица 4

**Содержание лекций / лабораторных / практических занятий и контрольные мероприятия**

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы сформированности компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. «Физические основы механики»</b>				<b>22</b>
	<b>Тема 1. «Кинематика»</b>	Лекция № 1.1 «Кинематика. Динамика»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		2
	<b>Тема 2 «Динамика»</b> <b>Тема 3 «Энергия»</b>	Лекция № 1.2 «Динамика. Энергия»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		2
	<b>Тема 4 «Динамика вращательного движения»</b>	Лекция № 1.3 «Динамика вращательного движения»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		2
	<b>Тема 5 «Момент импульса»</b> <b>Тема 6 «Деформация твердого тела»</b>	Лекция № 1.4 «Момент импульса. Деформация твердого тела»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		2
	<b>Тема 7 «Механика жидкостей и газов»</b>	Лекция № 1.5 «Механика жидкостей и газов»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		2
	<b>Тема 1 «Кинематика»</b> <b>Тема 2 «Динамика»</b> <b>Тема 3 «Энергия»</b>	Практическое занятие № 1.1 «Механика материальной точки»	УК-2 (УК-2.2, УК-2.6), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	решение задач	2
	<b>Тема 4 «Динамика вращательного движения»</b> <b>Тема 5 «Момент импульса»</b> <b>Тема 6 «Деформация твердого тела»</b> <b>Тема 7 «Механика жидкостей и газов»</b>	Практическое занятие № 1.2 «Механика твердого тела. Механика жидкостей и газов»	УК-2 (УК-2.2, УК-2.6), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	решение задач	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы сформированности компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Тема 1. «Кинематика»</b> <b>Тема 2 «Динамика»</b> <b>Тема 3 «Энергия»</b> <b>Тема 4 «Динамика вращательного движения»</b> <b>Тема 5 «Момент импульса»</b> <b>Тема 6 «Деформация твердого тела»</b>	Лабораторная работа № 1.1 «Экспериментальное исследование законов механики твердого тела»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1)	защита лабораторной работы	4
	<b>Тема 7 «Механика жидкостей и газов»</b>	Лабораторная работа № 1.2 «Экспериментальное исследование законов механики жидкости»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1)	защита лабораторной работы	4
2.	<b>Раздел 2. «Колебания и волны»</b>				<b>10</b>
	<b>Тема 1 «Гармонические колебания»</b>	Лекция № 2.1 «Гармонические колебания»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		2
	<b>Тема 2 «Волны»</b>	Лекция № 2.2 «Волны»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		2
	<b>Тема 1 «Гармонические колебания»</b> <b>Тема 2 «Волны»</b>	Практическое занятие № 2.1 «Гармонические колебания и волны»	УК-2 (УК-2.2, УК-2.6), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	решение задач	2
	<b>Тема 1 «Гармонические колебания»</b> <b>Тема 2 «Волны»</b>	Лабораторная работа № 2.1 «Экспериментальное исследование гармонических колебаний и волн»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1)	защита лабораторной работы	4
3.	<b>Раздел 3. «Молекулярная физика и термодинамика»</b>				<b>6</b>
	<b>Тема 1 «Молекулярно-кинетическая теория»</b>	Лекция № 3.1 «Молекулярно-кинетическая теория»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		2
	<b>Тема 2 «Термодинамика»</b> <b>Тема 3 «Явления переноса»</b>	Лекция № 3.2 «Термодинамика. Явления переноса»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		2
	<b>Тема 1 «Молекулярно-кинетическая теория»</b> <b>Тема 2 «Термодинамика»</b>	Практическое занятие № 3.1 «Молекулярная физика и термодинамика»	УК-2 (УК-2.2, УК-2.6), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	решение задач	2



№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы сформированности компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
4.	Раздел 4. «Электричество»				
	Тема 1 «Основы электростатики» Тема 2 «Проводники в электрическом поле» Тема 3 «Диэлектрики в электрическом поле»	Лекция № 4.1 «Электростатика»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		10 2
	Тема 4 «Постоянный электрический ток» Тема 5 «Элементы физики твердого тела»	Лекция № 4.2 «Постоянный электрический ток»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		2
	Тема 1 «Основы электростатики» Тема 2 «Проводники в электрическом поле» Тема 3 «Диэлектрики в электрическом поле» Тема 4 «Постоянный электрический ток» Тема 5 «Элементы физики твердого тела»	Практическое занятие № 4.1 «Электричество»	УК-2 (УК-2.2, УК-2.6), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	решение задач	2
	Тема 1 «Основы электростатики» Тема 2 «Проводники в электрическом поле» Тема 3 «Диэлектрики в электрическом поле» Тема 4 «Постоянный электрический ток» Тема 5 «Элементы физики твердого тела»	Лабораторная работа № 4.1 «Экспериментальное исследование законов электричества»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1)	защита лабораторной работы	4
5.	Раздел 5. «Магнетизм»				
	Тема 1 «Магнитостатика»	Лекция № 5.1 «Магнитостатика»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-		6 2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы сформированности компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 2 «Магнитное поле в веществе»		УК-1 (УК-1.4), ОПК-1.2		
	Тема 3 «Электромагнитная индукция» Тема 4 «Уравнения Максвелла» Тема 5 «Электромагнитные колебания и волны»	Лекция № 5.2 «Электромагнетизм»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		2
	Тема 1 «Магнитостатика» Тема 2 «Магнитное поле в веществе» Тема 3 «Электромагнитная индукция» Тема 4 «Уравнения Максвелла» Тема 5 «Электромагнитные колебания и волны»	Практическое занятие № 5.1 «Магнетизм»	УК-2 (УК-2.2, УК-2.6), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	решение задач	2
6.	Раздел 6. «Оптика»				
	Тема 1 «Геометрическая оптика» Тема 2 «Интерференция волн» Тема 3 «Дифракция волн» Тема 4 «Поляризация волн»	Лекция № 6.1 «Геометрическая и волновая оптика»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		6 2
	Тема 5 «Квантовые свойства электромагнитного излучения»	Лекция № 6.2 «Квантовые свойства электромагнитного излучения»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		2
	Тема 1 «Геометрическая оптика» Тема 2 «Интерференция волн» Тема 3 «Дифракция волн» Тема 4 «Поляризация волн» Тема 5 «Кванто-	Практическое занятие № 6.1 «Оптика»	УК-2 (УК-2.2, УК-2.6), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	решение задач	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы сформированности компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		вые свойства электромагнитного излучения»			
7.	Раздел 7. «Квантовая физика»				3
	Тема 1 «Строение атома»	Лекция № 7.1 «Квантовая физика»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		2
	Тема 2 «Элементы квантовой механики»	Практическое занятие № 7.1 «Квантовая физика»	УК-2 (УК-2.2, УК-2.6), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	решение задач	1
8.	Раздел 8. «Ядерная физика»				5
	Тема 1 «Ядро и ядерные реакции»	Лекция № 8.1 «Ядерная физика»	УК-1 (УК-1.4), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		2
		Практическое занятие № 8.1 «Ядерная физика»	УК-2 (УК-2.2, УК-2.6), ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	решение задач	1
	Разделы № 1 - 8	Контрольная работа по разделам 1- 8	УК-2 (УК-2.2, УК-2.6) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Контрольная работа	2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и перечень компетенций (индикаторов сформированности компетенций), осваиваемых при их изучении (может осваиваться часть компетенции)
<b>Раздел 1</b>		
1.	Тема 1	Роль физики в развитии техники и влияние техники на развитие физики. Механическое движение как простейшая форма движения материи. Классическая механика. Пространство и время в классической механике. Физические модели.
2.	Тема 2	Закон всемирного тяготения. (ОПК-1 (ОПК-1.1))
<b>Раздел 2</b>		
1.	Тема 1	Классификация колебаний. (ОПК-1 (ОПК-1.1))
<b>Раздел 3</b>		
1.	Тема 2	Изопроцессы. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам (ОПК-1 (ОПК-1.1))
<b>Раздел 4</b>		
1.	Тема 1	Электрические заряды. Закон сохранения зарядов. Взаимодействие зарядов.
2.	Тема 3	Поляризация диэлектриков и ее виды (ОПК-1 (ОПК-1.1))
<b>Раздел 5</b>		

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и перечень компетенций (индикаторов сформированности компетенций), осваиваемых при их изучении (может осваиваться часть компетенции)
1.	Тема 1	Воздействие магнитного поля на прямолинейный проводник с током. Силовые линии магнитной индукции. Силовая картина магнитного поля прямолинейного проводника с током и кругового витка. Принцип суперпозиции магнитных полей.
2.	Тема 5	Колебательный контур. Преобразование энергии на различных этапах колебания. Шкала электромагнитных волн (ОПК-1 (ОПК-1.1))
<b>Раздел 6</b>		
1.	Тема 1	Законы геометрической оптики. Линзы (ОПК-1 (ОПК-1.1))
<b>Раздел 7</b>		
1.	Тема 1	Эмпирические закономерности в атомных спектрах (ОПК-1 (ОПК-1.1))

**5. Образовательные технологии**

Таблица 6

**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Лабораторная работа № 1.1 «Экспериментальное исследование законов механики твердого тела»	ЛР Работа в малых группах
2.	Лабораторная работа № 1.2 «Экспериментальное исследование законов механики жидкости»	ЛР Работа в малых группах
3.	Лабораторная работа № 2.1 «Экспериментальное исследование гармонических колебаний и волн»	ЛР Работа в малых группах
4.	Лабораторная работа № 4.1 «Экспериментальное исследование законов электричества»	ЛР Работа в малых группах

**6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

**6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Типовые задачи для контроля на практических занятиях, для экзамена.

**Типовые задачи по разделу 1.**

1. Материальная точка движется в пространстве согласно уравнениям:  $X(t) = 5t$  (м),  $Y(t) = 4 - 2t^2$  (м),  $Z(t) = 3t - 4t^3$  (м). Найти модули скорости и ускорения точки в момент времени  $t = 1$  с.
2. Какой угол составляет вектор полного ускорения точки, лежащей на ободе маховика, с радиусом маховика через  $t = 1.5$  с после начала движения? Угловое ускорение маховика  $\varepsilon = 0.77 \text{ рад/с}^2$ .
3. Найти изменение импульса шарика массы  $m = 100$  г при ударе о землю и количество вы-

длиншейся теплоты, если он падает с высоты  $h_1 = 200$  см, а после удара поднимается на высоту  $h_2 = 180$  см.

4. Тонкостенный цилиндр диаметром  $D = 30$  см и массой  $m = 12$  кг вращается согласно уравнению  $\varphi(t) = A + Bt + Ct^3$ , где  $A = 4$  рад,  $B = -2$  рад/с,  $C = 0,2$  рад/с<sup>3</sup>. Определить действующую на цилиндр момент сил  $M$  в момент времени  $t = 3$  с.

5. Давление воды, текущей по горизонтальной трубе, при изменении площади сечения увеличилось на 350 Па. Определить изменение скорости течения, если начальная скорость составляла 1,5 м/с.

#### Типовые задачи по разделу 2.

1. Физический маятник в виде тонкого стержня длиной  $l = 120$  см колеблется около горизонтальной оси, перпендикулярной стержню, и находящейся на расстоянии  $a$  от середины стержня. При каком значении  $a$  период колебаний  $T$  имеет наименьшее значение? Найти его.

2. Определить период колебаний и максимальную скорость движения груза математического маятника, совершающего колебания по закону  $x = 0,2 \cdot \sin\left(2\pi - \frac{\pi}{8}\right) t$ .

3. Чему равна приведенная длина физического маятника, состоящего из тонкого стержня массой 1 кг длиной 80 см, подвешенного на оси, отстоящей на одну четвертую длины от одного из его концов?

4. Определить длину волны частотой 50 Гц, если за 10 с она преодолевает 3 км.

#### Типовые задачи по разделу 3.

1. Количество вещества гелия  $\nu = 1,5$  моль, температура  $T = 120$  К. Определить суммарную кинетическую энергию  $E_k$  поступательного движения всех молекул этого газа.

2. При высокой температуре половина молекул азота диссоциировала на атомы. Чему равна удельная теплоемкость  $C_p$  при постоянном давлении в этих условиях? Найти показатель адиабаты.

#### Типовые задачи по разделу 4.

1. Три точечных заряда  $q$ ,  $2q$ ,  $-q$  находятся на одной прямой, расстояния между соседними зарядами равно  $d$ . Найти напряженность электрического поля в точке на этой же прямой на расстоянии  $d$  от отрицательного заряда.

2. В вершинах треугольника со сторонами по 2,0 см находятся равные заряды по 2,0 нКл. Найти результирующую силу, действующую на четвертый заряд 1,0 нКл, помещенный в середине стороны треугольника.

3. Три гальванических элемента  $\mathcal{E}_1 = 3,0$  В,  $\mathcal{E}_2 = 5,0$  В,  $\mathcal{E}_3 = 2,0$  В соединены параллельно и замкнуты на внешнее сопротивление  $R = 2,0$  Ом. Их внутреннее сопротивление  $r_1 = 1,0$  Ом,  $r_2 = 2,0$  Ом и  $r_3 = 0,50$  Ом. Найти ток во внешней цепи и напряжения на каждом элементе.

#### Типовые задачи по разделу 5.

1. По двум круговым виткам, имеющим общий центр, текут токи силой 5,0 А и 4,0 А. Радиусы витков соответственно равны 4,0 см и 3,0 см. Угол между их плоскостями 30°. Определить индукцию и напряженность в центре витков. Рассмотреть возможные случаи.

2. Колебательный контур имеет индуктивность  $L = 1,6$  мГн, емкость  $C = 40$  нФ и максимальное напряжение на зажимах  $U = 200$  В. Чему равна в нем максимальная сила тока?

#### Типовые задачи по разделу 6.

1. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Определить наибольший порядок спектра, полученный с помощью этой решетки, если ее постоянная  $d = 2$  мкм.

2. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными плоскостями  $\varphi = 45^\circ$ . Поляризатор отражает и преломляет 5% падающего на него света. Потери в анализаторе можно пренебречь. Какова интен-

сивность луча, вышедшего из анализатора, по отношению к интенсивности естественного света?

3. Определить, как изменится длина волны де Бройля электрона атома водорода при переходе его с четвертой боровской орбиты на вторую.

#### Типовые задачи по разделу 7

1. Определите, на сколько изменилась энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны 0,486 мкм.

2. Энергия связи ядра, состоящего из трех протонов и четырех нейтронов, равна 39,3 МэВ. Определите массу нейтрального атома, обладающего этим ядром.

#### Типовые задачи по разделу 8

1. Найти период полураспада радиоактивного изотопа, если его активность за 10 суток уменьшилась на 24% по сравнению с первоначальной.

2. Определите период полураспада радиоактивного изотопа, если 5/8 начального количества ядер этого изотопа распалось за 849 секунд.

Полный комплект задач содержится в сборнике задач по курсу физики (см. пункт 7.1).

#### Типовой вариант контрольной работы

1. При горизонтальном полете со скоростью  $v = 250$  м/с снаряд массой  $m = 8$  кг разорвался на две части. Большая часть массой  $m_1 = 6$  кг получила скорость  $v_1 = 400$  м/с в направлении полета снаряда. Определите модуль и направление скорости  $v_2$  меньшей части снаряда.

2. Определите количество теплоты  $Q$ , которое надо сообщить кислороду объемом  $V = 50$  л при его изохорном нагревании, чтобы давление газа повысилось на  $\Delta p = 0,5$  МПа.

3. Пылинка массой  $m = 200$  мкг, несущая на себе заряд  $Q = 40$  нКл, влетела в электрическое поле в направлении силовых линий. После преодоления разности потенциалов  $U = 200$  В пылинка имела скорость  $v = 10$  м/с. Определить скорость  $v_0$  пылинки до того, как она влетела в поле.

4. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл по окружности. Определите угловую скорость вращения электрона.

5. Параллельный пучок света переходит из глицерина в стекло так, что пучок, отраженный от границы раздела этих сред, оказывается максимально поляризованным. Определить угол  $\gamma$  между падающим и преломленным пучками.

#### Вопросы для защиты лабораторных работ

##### Вопросы по разделу 1.

1. Законы Ньютона.
2. Основной закон динамики вращательного движения. Его формулировка.
3. Параметры  $(S, v, a)$  равномерного и равнопеременного движения. Кинематические формулы.
4. Кинетическая энергия вращательного движения.
5. Природа и виды сил трения.
6. Сила трения качения, скольжения, покоя.
7. Параметры и формулы, описывающие вращательное движение.
8. Момент инерции материальной точки и тела.
9. Основной закон динамики вращательного движения.
10. Теорема Штейнера.
11. Диаграмма растяжения. Предел прочности, упругости, текучести.
12. Закон Гука в дифференциальной и интегральной форме. Относительное и абсолютное удлинение. Напряжение.
13. Закон сохранения механической энергии.
14. Закон сохранения момента импульса при вращательном движении.
15. Описание движения тела в поле сил тяжести (под углом к горизонту).



16. Уравнение неразрывности.

17. Уравнение Бернулли.

18. Вязкость. Коэффициент вязкости (динамической и кинематической). Параметры, определяющие вязкость среды.

19. Режимы течения жидкости. Число Рейнольдса.

#### Вопросы по разделу 2.

1. Физический, пружинный и математический маятник, формула периода. Приведенная длина физического маятника.

2. Уравнение гармонических колебаний. Формулы параметров движения при гармонических колебаниях.

3. Период, частота, амплитуда, фаза.

4. Виды волн. Параметры волны. Уравнение волны.

#### Вопросы по разделу 4.

1. Напряженность и потенциал электростатического поля, связь между ними.

2. Принцип суперпозиции полей. Работа поля.

3. Теорема о циркуляции вектора напряженности.

4. Силовые линии и эквипотенциальные поверхности, их взаимосвязь. Вектор градиента.

5. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме и веществе.

6. Емкость. Параметры, определяющие емкость плоского конденсатора.

7. Связь напряжения и напряженности в электростатическом поле.

8. Соединения конденсаторов.

9. Типы диэлектриков и виды поляризации. Поляризованность. Диэлектрическая проницаемость. Электрическое смещение.

10. Энергия заряженного проводника, конденсатора. Объемная плотность энергии.

11. Сопротивление проволочного проводника.

12. Соединения проводников.

13. Сила и плотность тока.

14. Законы Ома.

15. Закон Джоуля – Ленца.

16. Правила Кирхгофа.

17. Полупроводники, их отличие от металлов и диэлектриков.

18. Электронная и дырочная проводимость в полупроводниках.

19. Собственная и примесная проводимость в полупроводниках.

20. Полупроводники p- и n- типа, их получение.

### Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

#### Раздел 1 «Физические основы механики»

1. Предмет физики. Методы физического исследования. Роль физики в развитии техники и влияние техники на развитие физики.
2. Механическое движение как простейшая форма движения материи. Классическая механика. Пространство и время в классической механике. Физические модели.
3. Кинематическое описание движения точки. Скорость и ускорение при криволинейном движении. Нормальное и касательное (тангенциальное) ускорения.
4. Движение точки по окружности. Векторы угловой скорости и углового ускорения. Связь линейных скоростей и ускорений с угловыми скоростями и ускорениями.
5. Динамика. Механическая система. Сила. Масса и импульс. Современная трактовка законов Ньютона. Силы в механике.
6. Импульс системы материальных точек. Закон сохранения импульса.
7. Обобщенная формулировка II закона Ньютона. Закон всемирного тяготения.
8. Энергия как универсальная мера различных форм движения и взаимодействия. Работа силы. Консервативные и неконсервативные силы. Мощность.
9. Кинетическая энергия механической системы. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике.

10. Момент инерции. Теорема Штейнера.

11. Кинетическая энергия. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела.

12. Кинетическая энергия вращающегося и катящегося твердого тела.

13. Момент импульса материальной точки, механической системы и тела. Закон сохранения момента импульса. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела в обобщенном виде.

14. Деформация в твердом теле. Закон Гука.

15. Гидростатика несжимаемой жидкости. Давление столба жидкости. Сила Архимеда.

16. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли.

17. Вязкость жидкости. Режимы течения. Число Рейнольдса.

#### Раздел 2 «Колебания и волны»

18. Классификация колебаний. Уравнение гармонических колебаний. Механические колебания. Энергия колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний.

19. Маятники.

20. Волновое движение. Плоская гармоническая волна. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны.

#### Раздел 3 «Молекулярная физика и термодинамика»

21. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов. Температурная шкала Цельсия и Кельвина. Средняя кинетическая энергия молекул. Молекулярно-кинетическое толкование абсолютной температуры.

22. Термодинамические параметры. Термодинамическое равновесие и процесс. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы.

23. Первое начало термодинамики. Работа газа. Теплообмен, количество теплоты. Внутренняя энергия идеального газа. Число степеней свободы.

24. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатный процесс.

25. Теплоемкость. Уравнение Майера. Коэффициент Пуассона.

26. Тепловые двигатели. Теорема Карно. Цикл Карно и его к.п.д.

27. Явление переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение

#### Раздел 4 «Электричество»

28. Электрические заряды. Закон сохранения зарядов. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона.

29. Электростатическое поле, его характеристики. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля. Принцип суперпозиции полей.

30. Связь напряженности и потенциала. Градиент потенциала.

31. Проводники в электростатическом поле. Равновесие зарядов в проводнике. Емкость проводников.

32. Емкость конденсаторов. Соединения конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.

33. Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков и ее виды. Поляризованность диэлектрика. Диэлектрическая восприимчивость и проницаемость. Вектор электрического смещения.

34. Постоянный электрический ток, условия его существования и основные характеристики. Сторонние силы. Понятие ЭДС и напряжения.

35. Сопротивление проволочного проводника. Соединения проводников.

36. Закон Ома в интегральной форме для однородного и неоднородного участков цепи, для полной цепи.

37. Закон Джоуля – Ленца в интегральной форме. Мощность тока.

38. Закон Ома и Джоуля – Ленца в дифференциальной форме.

39. Полупроводники. Зонная теория твердого тела. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Диод.

#### Раздел 5 «Магнетизм»

40. Магнитное поле и его характеристики. Макро- и микротоки. Воздействие магнитного поля на рамку с током и на прямолинейный проводник с током.



41. Силовые линии магнитной индукции. Силовая картина магнитного поля прямолинейного проводника с током и кругового витка. Принцип суперпозиции магнитных полей. Закон Био – Савара – Лапласа.
42. Воздействие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца.
43. Намагничивание магнетиков. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость.
44. Динамagnetики, парамагнетики и ферромагнетики.
45. Электромагнитная индукция. ЭДС индукции в подвижных и неподвижных проводниках. Вращение рамки в магнитном поле. Токи Фуко.
46. Самоиндукция. Индуктивность проводника.
47. Система уравнений Максвелла в интегральной форме.
48. Колебательный контур. Преобразование энергии на различных этапах колебания.
49. Электромагнитная волна. Шкала электромагнитных волн.

#### Раздел 6 «Оптика»

50. Оптика. Законы геометрической оптики. Полное внутреннее отражение. Линзы.
51. Интерференция света. Условия возникновения интерференции. Принцип получения интерференционной картины. Условия максимумов и минимумов.
52. Интерференция в тонкой пленке. Кольца Ньютона.
53. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция на круглом отверстии.
54. Дифракционная решетка. Главные максимумы. Главные минимумы. Разрешающая способность.
55. Поляризованный свет. Виды поляризации. Способы получения поляризованного света.
56. Прохождение естественного света через поляризатор и анализатор. Поворот плоскости поляризации. Закон Брюстера.
57. Корпускулярно-волновой дуализм света. Квант света. Энергия и импульс фотона. Внешний фотоэффект. Световое давление.
58. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина.

#### Раздел 7 «Квантовая физика»

59. Модель атома Резерфорда-Бора. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Теория Бора.
60. Волновые свойства микрочастиц. Длина волны де Бройля и ее свойства. Волновая функция. Уравнение Шредингера.

#### Раздел 8 «Ядерная физика»

61. Состав атомного ядра. Характеристики ядра. Ядерные силы. Энергия связи ядра. Дефект масс. Энергетический эффект ядерной реакции.
62. Радиоактивное излучение и его виды. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции.

### **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Критерии оценки решения задачи на практическом занятии, контрольной работе, экзамене:

- **5 баллов** выставляется студенту, если в логически выстроенном решении правильно указаны формулы всех необходимых физических законов с пояснениями, сделаны все необходимые математические преобразования, рисунок (при необходимости), получен правильный ответ;
- **4 балла** выставляется студенту, если в ответе указаны все необходимые физические законы с пояснениями, приведены рисунки (при необходимости),

но в пояснениях к физическим законам или в рисунке содержатся неточности, или допущена математическая ошибка при решении;

- **3 балла** выставляется студенту, если в ответе указаны только необходимые физические законы или рисунки (при необходимости), или в законах или рисунке допущены ошибки;
- **2 балла** - решение не содержит основной понятийный аппарат по теме задачи.

Для допуска к экзамену студент обязан решить итоговую контрольную работу на оценку «зачет».

Итоговая оценка по контрольной работе «зачет» или «незачет» определяется по среднему баллу по всем задачам варианта контрольной работы:

**0 – 2,4 балла – «незачет»;**

**2,5 – 5 баллов – «зачет».**

Критерии оценки вопросов для защиты лабораторных работ:

- «зачет» выставляется студенту, если в ответе на вопрос правильно указаны все необходимые физические законы и определения с пояснениями, правильно описаны явления или в ответе содержатся незначительные неточности;
- «незачет» - ответ не содержит основной понятийный аппарат по теме вопроса

Для допуска к экзамену студент обязан защитить все выполненные лабораторные работы на оценку «зачет».

Итоговая оценка «зачет» по защите лабораторной работы соответствует ответам с оценкой «зачет» на вопросы для защиты лабораторной работы по темам, относящимся к выполненной работе.

Для выполнения и защиты лабораторной работы студенты разбиваются на малые группы по 3 - 5 человек. Каждая группа выполняет на занятии индивидуальную работу. При защите работы малой группой ответы каждого студента оцениваются по критериям индивидуально.

Критерии оценки вопросов к экзамену:

- **5 баллов** выставляется студенту, если в логически выстроенном ответе на вопрос правильно указаны все необходимые физические законы и определения с пояснениями, правильно описаны явления, представлен вывод основных формул в соответствии с изложенным лекционным материалом;
- **4 балла** выставляется студенту, если в ответе указаны все необходимые физические законы и определения с пояснениями, описаны явления, но в пояснениях к физическим законам и определениям содержатся неточности и (или) явления описаны с ошибкой и (или) не представлен вывод основных формул в соответствии с изложенным лекционным материалом;
- **3 балла** выставляется студенту, если в ответе указаны только необходимые физические законы, определения без пояснений (или в пояснениях содержатся ошибки) и (или) при описании явления допущены ошибки (или описания отсутствуют);

• 2 балла - ответ не содержит основной понятийный аппарат по теме вопроса.

**Экзамен:** билет из 2 теоретических вопросов и 1 задачи.

На экзамене студент отвечает на два теоретических вопроса, включенных в билет, и решает одну задачу. Билет и задачу студент выбирает случайно из комплекта предлагаемых ему соответствующих материалов. Итоговая оценка по экзамену выставляется по средней арифметической оценке ответов на теоретические вопросы и решения задачи:

1. «отлично» – от 4,5 до 5 баллов;
2. «хорошо» – от 3,5 до 4,4 баллов;
3. «удовлетворительно» – от 2,5 до 3,4 баллов;
4. «неудовлетворительно» – от 0 до 2,4 баллов.

#### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 7.1 Основная литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики. Учеб. пособие для вузов. 7-е – 23-е изд. стер.-М.: Академия, 2003 – 2017 г.г..
2. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики. Учебное пос.-М.: Высшая школа, 1996 г., 2008 г., Оникс 21 век., 2003 г.

##### 7.2 Дополнительная литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики: Учебник: Том 1-3 / И.В. Савельев. – 2-е изд., перераб. – Ленинград.: Наука, 1982 г.

##### 7.3 Нормативные правовые акты

Не предусмотрено.

##### 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Методические указания к лабораторным работам. Изд. ВУЗА. 1987-2018 г.

#### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Не предусмотрено

#### 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 9

##### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
-------	---	------------------------	---------------	-------	----------------

1	Раздел 1 «Физические основы механики» Раздел 2 «Колесания и волны» Раздел 4 «Электричество»	Microsoft Excel	Расчетная	Microsoft	2007 и выше
---	---	-----------------	-----------	-----------	-------------

#### 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

##### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 301а)	1. Стол 21 шт. 2. Стулья 39 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Шкафы 2 шт. 5. Типовой комплект оборудования лаборатории «Молекулярная физика и термодинамика» 1 шт. (инв. №410124000603107) 6. Типовой комплект оборудования лаборатории «Физические основы механики» 1 шт. (инв. №410124000603116)
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 301б)	1. Парты 23 шт. 2. Стулья 1 шт. 3. Стол 1 шт. 4. Доска меловая 1 шт. 5. Шкафы 1 шт.
Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	1. Столы 20 шт. 2. Стулья 29 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Шкафы 1 шт. 5. Типовой комплект оборудования лаборатории «Волновые процессы» 1 шт. (инв. № 410124000603118) 6. Типовой комплект оборудования лаборатории «Электричество и магнетизм» 1 шт. (инв. № 410124000603235)

аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 302)	
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (Учебный корпус № 28 ауд. 304)	1. Стол 1 шт. 2. Стулья 1шт. 3. Парты 70 шт. 4. Доска меловая 1 шт. 5. Кафедра 1 шт. 6. Экран 1 шт. 7. Просектор 1 шт.
Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 337)	1. Парты 17 шт. 2. Стулья 35 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Шкафы 1 шт. 5. Типовой комплект оборудования лаборатории «Квантовая физика» 1 шт. (инв. № 410124000603114) 6. Установка для экспер. изуч. законов тепл. изл. 1 шт. (инв. № 410134000000313)
Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 336)	1. Парты 20 шт. 2. Стулья 34 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Шкафы 1 шт. 5. Типовой комплект оборудования для лаборатории «Квантовая физика» 1 шт. (инв. № 410124000603113)
Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 335)	1. Парты 16 шт. 2. Стулья 34 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Шкафы 1 шт. 5. Типовой комплект оборудования лаборатории «Волновые процессы» 1 шт. (инв. № 410124000603117) 6. Типовой комплект оборудования лаборатории «Электричество и магнетизм» 1 шт. (инв. № 410124000603236)
Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус)	1. Столы 11 шт. 2. Стулья 21 шт. 3. Типовой комплект оборудования лаборатории «Физические основы механики» 1 шт. (инв. № 410124000603115)

№ 28 ауд. 332)	
Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 333)	1. Стол 11 шт. 2. Стулья 21 шт. 3. Типовой комплект оборудования лаборатории «Физические основы механики» 1 шт. (инв. № 410124000603115) 4. Типовой комплект оборудования лаборатории «Молекулярная физика и термодинамика» 1 шт. (инв. № 410124000603106)
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 328)	1. Парты 14 шт. 2. Стулья 1 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Стол 1 шт.
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 324)	1. Парты 10 шт. 2. Стулья 1 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Стол 1 шт.
Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 306а)	1. Лабораторные столы 18 шт. 2. Стол 1 шт. 3. Стулья 45 шт. 4. Доска меловая 1 шт. 5. Шкафы 3 шт. 6. Типовой комплект оборудования лаборатории «Волновые процессы» 1 шт. (инв. № 410124000603117) 7. Типовой комплект оборудования лаборатории «Электричество и магнетизм» 1 шт. (инв. № 410124000603236) 8. Типовой комплект оборудования лаборатории «Квантовая физика» 1 шт. (инв. № 410124000603113)
Учебная лаборатория, аудитория	1. Парты 27 шт. 2. Стулья 37 шт.

для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 306б)	3. Доска меловая 1 шт. 4. Шкафы 3 шт. 5. Типовой комплект оборудования лаборатории «Молекулярная физика и термодинамика» 1 шт. (инв. № 410124000603106) 6. Типовой комплект оборудования лаборатории «Физические основы механики» 1 шт. (инв. № 410124000603115)
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 307)	1. Лабораторные столы 15 шт. 2. Стол для преподавателя 1 шт. 3. Стулья 47 шт. 4. Доска меловая 2 шт. 5. Шкафы 1 шт.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Читальный зал
Студенческие общежития	Комнаты для самоподготовки

### 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

После каждой лекции требуется самостоятельная проработка изложенного материала. При подготовке к практическому занятию необходимо повторить теоретический материал по теме. Перед занятием по выполнению лабораторной работы необходимо подготовить конспект работы, внимательно изучив содержание методических указаний, и запомнить порядок выполнения.

#### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекцию, должен отработать теоретический материал по соответствующей теме самостоятельно.

Студент, пропустивший практическое занятие, должен получить у преподавателя дополнительные задачи по соответствующей теме, решить их и сдать преподавателю.

Студент, пропустивший лабораторную работу, обязан ее отработать (выполнить), рассчитать и защитить.

### 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Для более успешного освоения дисциплины «Физика» рекомендуется сначала давать студентам лекционный материал, а затем закреплять его виде практических и лабораторных занятий.

Изучение курса складывается из лекций, практических занятий и (или) лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов.

На лекциях освещаются основополагающие вопросы программы. Часть разделов выносится на самостоятельную проработку.

Практические занятия предусматривают развитие у студентов навыков количественного анализа физических процессов, составляющих суть программы. Формируются приемы рассмотрения конкретных вопросов с позиции фундаментальных законов науки.

Лабораторные работы наглядно демонстрируют физические законы и явления.

#### Программу разработал:

Лазаренко Л.М., к.ф.-м.н., доцент



(подпись)



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.10 «Физика»  
ОПОП ВО по направлению 08.03.01 «Строительство» направленности «Промышленное и гражданское строительство», «Гидротехническое строительство», «Экспертиза и управление недвижимостью» (квалификация выпускника – бакалавр)

Карнаухов Вячеслав Михайлович, доцентом кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом физико – математических наук (далее по тексту рецензент), проведено рецензирование рабочей программы дисциплины «Физика» ОПОП ВО по направлению 08.03.01 «Строительство» направленности «Промышленное и гражданское строительство», «Гидротехническое строительство», «Экспертиза и управление недвижимостью» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре физики (Лазаренко Леонид Михайлович, доцент кафедры физики, кандидат физико – математических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Физика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 08.03.01 «Строительство». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.О.
3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 08.03.01 «Строительство».
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Физика» закреплено 3 компетенции (6 индикаторов) Дисциплина «Физика» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.
5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
6. Общая трудоемкость дисциплины «Физика» составляет 5 зачетных единиц (180 часов).
7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Физика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 08.03.01 «Строительство» и возможность дублирования в содержании образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.
8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.
9. Виды, содержание и трудоемкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 08.03.01 «Строительство».
10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.  
Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1.О. ФГОС ВО направления 08.03.01 «Строительство».
11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник и сборник задач), дополнительной литературой – 1 наименованием и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 08.03.01 «Строительство».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Физика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Физика».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Физика» ОПОП ВО по направлению 08.03.01 «Строительство», направленности «Промышленное и гражданское строительство», «Гидротехническое строительство», «Экспертиза и управление недвижимостью» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Лазаренко Леонидом Михайловичем, доцентом кафедры физики, кандидатом физико – математических наук, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Карнаухов Вячеслав Михайлович, доцент кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат физико – математических наук



(подпись)

« 28 »



20 21