

ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института агробиотехнологий и технических систем



/ Шубкин С.Ю. /

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.04.02 Физика

**Направление подготовки:** 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции

**Направленность (профиль):** агро-пищевые технологии

**Квалификация (степень):** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Институт:** агробиотехнологий и технических систем

**Кафедра:** физики, электроники и радиотехники

	<b>очная форма</b>	<b>очно-заочная форма</b>	<b>заочная форма</b>
<b>Курс</b>	<b>1</b>		
<b>Семестр/триместр</b>	<b>1, 2</b>		

<b>Лекции</b>	<b>72</b>		
<b>Лабораторные занятия</b>	<b>108</b>		
<b>Практические (семинарские) занятия</b>			
<b>Консультации</b>			
<b>Форма(ы) промежуточной аттестации</b>	<b>зачет экзамен – 0,3</b>		
<b>Контроль</b>	<b>9</b>		
<b>Иные формы работы</b>			
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>98,7</b>		

**Всего часов:288**

**Трудоемкость: 8 зачетных единиц.**

**Разработчик(и) рабочей программы:**

кандидат физико-математических наук, доцент

Сидоров А.В.

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

**Цель изучения дисциплины:** дать студентам последовательную систему физических знаний, необходимых для становления их естественнонаучного образования, формирования в сознании физической картины окружающего мира; практические навыки, необходимые для применения физических законов к решению конкретных физических задач; представление о возможностях применения физических методов исследования в профессиональной деятельности инженеров-технологов.

### **Задачи изучения дисциплины:**

- о формирование понимания значимости физической составляющей в естественнонаучном образовании инженера-технолога;
- о формирование навыков и умений по рациональной организации умственной деятельности, восприятия и конспектирования теоретического материала при изучении основ физики;
- о развитие логического мышления и овладение методами решения задач различных разделов физики путем построения математических моделей физических процессов и оформление результатов исследования;
- о формирование навыков исследовательской работы и анализа полученных результатов, моделирования физических процессов при решении конкретных физических задач;
- о формирование навыков самостоятельного приобретения и применения полученных знаний.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** реализуется в рамках базовой (обязательной) части блока Б1.

### **Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

Код компетенции	Индикаторы компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1</b> Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационных технологий	<b>Знает:</b> -основные законы математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий	<b>Знает:</b> -определения основных физических понятий, формулировки законов и фундаментальных принципов естествознания; понимать модельный характер физического знания и знать границы применимости физических теорий
	<b>Умеет:</b> -решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий	<b>Умеет:</b> -описывать физические явления и процессы и их взаимосвязи; использовать физические методы описания ситуаций для решения практических задач
	<b>Владеет:</b> -навыками по решению типовых задач профессиональной	<b>Владеет:</b> -способами объяснения и интерпретации результатов

но-коммуникационные технологии	деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий	наблюдений и экспериментов, понимания физических текстов; восприятия, переработки и предъявления учебной информации в различных формах (словесной, образной, символической)
--------------------------------	--	---

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	<b>Раздел 1. Механика твердых тел и сплошных сред</b>	<b>86,4</b>	<b>21,6</b>		<b>43,2</b>	<b>21,6</b>
1.	Тема 1. Кинематика и динамика материальной точки и твердого тела. Законы сохранения.	28,8	7,2		14,4	7,2
2.	Тема 2. Элементы механики сплошных сред	28,8	7,2		14,4	7,2
3.	Тема 3. Колебания и волны	28,8	7,2		14,4	7,2
4	<b>Раздел 2. МКТ газа. Равновесная и неравновесная термодинамика</b>	<b>57,6</b>	<b>14,4</b>		<b>28,8</b>	<b>14,4</b>
5	Тема 1. Молекулярно-кинетический метод. Законы идеальных газов. Явления переноса. Реальные газы.	28,8	7,2		14,4	7,2
6	Тема 2. Статистическая физика и термодинамика. Статистические распределения. Основные законы и принципы термодинамики.	28,8	7,2		14,4	7,2
	Итого 1 семестр	144	36		72	36
7	<b>Раздел 3 Электричество и магнетизм</b>	<b>37</b>	<b>12</b>		<b>12</b>	<b>21</b>

8	Тема 1. Электростатика. Постоянный электрический ток	15	4		4	7
9	Тема 2. Магнитное поле. Магнитное поле в веществе	15	4		4	7
10	Тема 3. Явление электромагнитной индукции. Уравнения Максвелла. Электромагнитные колебания и волны.	15	4		4	7
11	<b>Раздел 4. Оптика</b>	30	8		8	14
12	Тема 1. Понятие о лучевой (геометрической) оптике	15	4		4	7
13	Тема 2. Свойства световых волн. Интерференция, дифракция. Электромагнитные волны в веществе, дисперсия, поляризация света.	15	4		4	7
14	<b>Раздел 5. Квантовая физика</b>	30	8		8	14
15	Тема 1. Тепловое излучение. Фотоны. Фотоэффект. Эффект Комптона	15	4		4	7
16.	Тема 2. Экспериментальное обоснование основных идей квантовой теории. Корпускулярно-волновой дуализм. Уравнение Шредингера	15	4		4	7
17	<b>Раздел 6. Физика атома и ядра</b>	29,7	8		8	13,7
18	Тема 1. Атом и молекула водорода в квантовой теории. Спонтанное и стимулированное излучение. Лазеры. Элементы квантовой статистики	15	4		4	7
19	Тема 2. Атомное ядро и элементарные частицы	14,7	4		4	6.7
...20	<i>Форма отчетности</i>	<i>зачет экзамен – 0,3</i>				
	<i>Контроль</i>	<i>9</i>				

21	Итого за 2 семестр	144	36		36	62,7
	ИТОГО:	288	72		108	98,7

**Очно-заочная форма обучения не реализуется**

**Заочная форма обучения не реализуется**

### **III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, реферата.

#### **Типовой вариант контрольной работы**

#### **Контрольная работа № 1**

##### **Вариант А.**

1. Маятник массой  $m$  отклонен на угол  $\alpha$  от положения равновесия. Чему равна кинетическая энергия в низшей точке траектории? Чему равна сила натяжения нити  $T$  длиной  $l$  в этой точке?
2. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение  $x_{\max}$  точки равно 10 см, наибольшая скорость  $\dot{x}_{\max} = 20$  см/с. Найти угловую частоту  $\omega$  колебаний и максимальное ускорение  $\ddot{x}_{\max}$  точки.
3. По касательной к шкиву маховика в виде диска диаметром  $D=75$  см и массой  $m=40$  кг приложена сила  $F=1$  кН. Определить угловое ускорение  $\mathcal{E}$  и частоту вращения  $n$  маховика через время  $t=10$  с после начала действия силы, если радиус  $r$  шкива равен 12 см. Силой трения пренебречь.
4. Баллон объемом  $V=12$  л содержит углекислый газ. Давление  $P=1$  МПа, температура  $T=300$  К. Определить массу газа.
5. 1 кмоль газа, находящийся при температуре  $T_1=300$  К, охлаждается изохорически, вследствие чего его давление уменьшается в 2 раза. Затем газ изобарически расширяется так, что в конечном состоянии его температура равна первоначальной. Изобразить процесс на диаграмме  $P, V$ . Найти приращение энтропии  $\Delta S$ , приращение внутренней энергии  $\Delta U$ , совершенную газом работу  $A$ .

##### **Вариант Б.**

1. Грузик, привязанный к нити длиной  $l=1$  м, описывает окружность в горизонтальной плоскости. Определить период  $T$  обращения, если нить отклонена на угол  $\varphi=60^\circ$  от вертикали.
2. Пуля массой  $m=10$  г летит со скоростью  $v=800$  м/с, вращаясь вокруг продольной оси с частотой  $n=3000$  с<sup>-1</sup>. Принимая пулю за цилиндр диаметром  $d=8$  мм, определить полную кинетическую энергию  $T$  пули.
3. На концах тонкого стержня длиной  $l=30$  см укреплены одинаковые грузики по одному на каждом конце. Стержень с грузиками колеблется около горизонтальной оси, проходящей через точку, удаленную на  $d=10$  см от одного из концов стержня. Определить приведенную длину  $L$  и период  $T$  колебаний такого физического маятника. Массой стержня пренебречь.
4. Азот, занимавший объем  $V_1=10$  л при давлении  $P_1=2 \cdot 10^5$  Па, изотермически расширился до объема  $V_2=28$  л. Определить работу расширения газа.
5. 2 кг кислорода при давлении 100 кПа занимают объем  $1,5$  м<sup>3</sup>. В результате расширения

объем газа увеличился в 2,5 раза, а давление уменьшилось в 3 раза. Найти приращение внутренней энергии  $\Delta U$  и энтропии  $\Delta S$  газа.

## Контрольная работа № 2

### Вариант А

1. Четыре заряда расположены в вершинах квадрата со стороной  $10^{-1}$  м. Какую величину и направление имеет вектор напряженности в центре квадрата, если заряды одинаковы и равны  $10^{-8}$  Кл?
2. Две группы из трех последовательно соединенных элементов включены параллельно. ЭДС каждого элемента равна 1,2 В, внутреннее сопротивление равно 0,2 Ом. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление 1,5 Ом. Найти силу тока во внешней цепи.
3. В однородное магнитное поле напряженностью  $H=10^5$  А/м помещена квадратная рамка со стороной  $a=10$  см. плоскость рамки составляет с направлением магнитного поля угол  $\alpha=60$ . Найти магнитный поток, пронизывающий рамку.
4. Определить угловое положение минимумов, которые находятся по обе стороны от центрального максимума, при дифракции Фраунгофера от щели шириной 10 мкм, если угол падения света  $300$  и длина световой волны 0,5 мкм.
5. Насколько изменилась кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны 486 нм?

### Вариант Б

1. Пылинка массой 10-5г, несущая на себе заряд 10-8Кл, влетела в электрическое поле в направлении силовых линий. После прохождения разности потенциалов 150 В пылинка имела скорость 20 м/с. Какова была скорость пылинки до того, как она влетела в поле?
2. По алюминиевому проводу сечением 0,2 см<sup>2</sup> течет ток силой 0,02 А. Определить силу, действующую на отдельные свободные электроны со стороны электрического поля. Удельное сопротивление алюминия  $\rho=26$  нОм/м.
3. Виток площадью 25 см<sup>2</sup> установился в однородном магнитном поле напряженностью 3000 А/м. По витку течет ток силой 10 А. Какую работу нужно совершить, чтобы повернуть виток на 90 около оси, совпадающей с одним из диаметров?
4. На щель шириной  $a=0,1$  мм падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=0,5$  мкм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Найти расстояние  $l$  от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума  $b=1$  см.
5. Мезон распадается в состоянии покоя на два  $\gamma$ -кванта. Приняв массу покоя этого пиона равной  $264,1 m_e$  ( $m_e$  – масса покоя электрона), найти энергию каждого из возникших  $\gamma$ -квантов.

### Примерная тематика рефератов

1. Измерение электрических и неэлектрических величин.
2. Использование электроэнергии в транспорте.
3. Лазерные технологии и их использование.
4. Модели атома. Опыт Резерфорда.
5. Молния - газовый разряд в природных условиях.
6. Переменный электрический ток и его применение в медицине.
7. Понятие о голографии. Голографические установки.
8. Принципы квантовой механики.
9. Производство, передача и использование электроэнергии.
10. Реальные газы, жидкости и твердые тела: сравнительная характеристика свойств.

11. Самоорганизация в природе и обществе.
12. Свет и вещество.
13. Силы инерции. Сила Кориолиса.
14. Современные проблемы физики.
15. Строение атома и атомного ядра.
16. Теория и эксперимент в физике.
17. Тепловидение, как область применения законов теплового излучения.
18. Физические свойства атмосферы.
19. Электрический ток в различных средах.
20. Эффект Холла. Магнетосопротивление.
21. Виды излучений. Источники света.
22. Волны в упругой среде. Волновое уравнение.
23. Динамические законы и механический детерминизм.
24. Дифракция в нашей жизни (в быту).
25. Структура естественнонаучного познания.
26. Современные представления о пространстве и времени.
27. Характеристика основных физических взаимодействий.
28. Колебательное движение и его характеристики.
29. Инерция и ее применение.
30. Экспериментальное подтверждение основ термодинамики.
31. Электромагнитные волны в природе и технике.
32. Энтропия и ее изменение во Вселенной.
33. Оптические интерференционные приборы.
34. Строение и свойства жидкостей.
35. Основные законы электродинамики.
36. Корпускулярно-волновой дуализм вещества.
37. Корпускулярно-волновой дуализм света.
38. Квантовые свойства молекул и атомов.
39. Основные законы квантовой оптики.
40. Синергетика – теория самоорганизации.
41. Философские понятия: причина и следствие. Детерминизм.
42. Научное познание и его особенности.
43. Диалектика процесса познания.
44. Физические законы в спорте.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета, экзамена с использованием следующих оценочных материалов: .

### **Вопросы к зачету ( 1 семестр, очная форма обучения)**

1. Основные понятия кинематики: движение, траектория, путь и перемещение, скорость и ускорение, система отсчета, закон движения.
2. Простые виды движения и их уравнения.
3. Понятие вектора и основные операции с векторами. «Игра слов».
4. Ускорение при неравномерном криволинейном движении.
5. Связь линейных и угловых величин при движении по окружности.
6. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона как закон инерции.
7. Понятие массы тела. Сила как физическая величина. Силы в природе.
8. Формулировка второго закона Ньютона и способы его применения.

9. Фундаментальные физические взаимодействия.
10. Назовите основные отличия между силой тяжести и весом тела.
11. Принцип относительности Галилея.
12. Импульс тела и импульс силы.
13. Закон сохранения импульса и условия его применимости.
14. Работа и энергия. Механическая энергия и ее виды.
15. Консервативные силы и их свойства. Приведите примеры.
16. Работа силы по перемещению тела. Когда работа равна нулю?
17. Теорема о связи кинетической энергии и работы.
18. Закон сохранения энергии. Закон сохранения полной мех. энергии.
19. Силы инерции. Примеры.
20. Условия равновесия тел.
21. Момент инерции тела относительно оси вращения.
22. Основное уравнение динамики вращательного движения.
23. Колебательное движение. Виды колебаний. Маятники.
24. Тепловое движение и температура. Методы измерения температуры.
25. Параметры состояния идеального газа. Уравнение состояния.
26. Закон Дальтона.
27. Изопроцессы и их графики.
28. Явления переноса.
29. Функция распределения молекул по скоростям Максвелла.
30. Испарение и кипение жидкости. Газ и пар.
31. Теплота и внутренняя энергия как физические величины.
32. Удельная теплоемкость вещества. Теплота плавления и теплота парообразования.
33. Равновесные и обратимые процессы.
34. Начала термодинамики.
35. КПД теплового двигателя. Цикл Карно.
36. Понятие энтропии. Примеры процессов с изменением энтропии.

### **Вопросы к экзамену (2 семестр, очная форма обучения)**

1. Электрический заряд и его свойства. Электризация тел. Способы электризации. Элементарный заряд и его носители.
2. Взаимодействие заряженных тел. Понятие точечного заряда. Закон Кулона.
3. Электрическое поле. Электростатическое поле. Теории дальнего действия и ближнего действия. Потенциальный характер электростатического поля. Характеристики взаимодействия поля и заряда.
4. Характеристики электрического поля. Связь между напряженностью и потенциалом. Силовые линии. Эквипотенциальные поверхности. Однородное электрическое поле, пример.
5. Электрическое напряжение. Электродвижущая сила. Принцип суперпозиции и область его применимости.
6. Свободные и связанные заряды. Проводники и диэлектрики. Проводник в электростатическом поле.
7. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы.
8. Энергия взаимодействия электрических зарядов. Энергия электрического поля. Носитель электрической энергии.
9. Электрический ток, условия его существования, его виды и характеристики. Связь между плотностью и силой тока.
10. Сопротивление и проводимость проводника.
11. Сторонние силы. ЭДС источника.

12. Законы Ома, закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа.
13. Электролитическая диссоциация. Электролиты. Электролиз. Законы Фарадея для электролиза.
14. Электрический ток в газах. Виды разрядов и их характеристика.
15. Источники магнитного поля. Магнитное взаимодействие токов. Закон Ампера.
16. Сила Ампера и сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном и электрическом полях. Эффект Холла.
17. Механическая работа в магнитном поле. Индуктивность и взаимная индуктивность.
18. Магнитное поле в веществе.
19. Явление электромагнитной индукции. Опыты Фарадея. Правило Ленца. Вращение рамки в магнитном поле.
20. Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Формула Томсона.
21. Электромагнитные волны, их основные свойства и характеристики.
22. Основные законы геометрической оптики. Абсолютный и относительный показатель преломления среды. Скорость распространения света.
23. Тонкие линзы. Формула тонкой линзы. Построение изображения в линзах.
24. Свет как электромагнитная волна. Интерференция и дифракция света.
25. Поперечность световых волн. Поляризация света.
26. Дисперсия света. Поглощение и рассеяние света.
27. Квантовая природа света. Формула Планка. Фотоэффект. Эффект Комптона.
28. Основные фотометрические величины (энергетический поток, сила света, светимость и яркость, освещенность). Понятие телесного угла.
29. Законы теплового излучения тел (Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина)
30. Закономерности атомных спектров. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -частиц.
31. Постулаты Бора, элементарная боровская теория водородоподобных атомов.
32. Гипотеза де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм частиц. Принцип неопределенности (соотношение Гейзенберга).
33. Состав и характеристики атомного ядра, масса и энергия связи ядра. Модели атомного ядра, ядерные силы.

#### **IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1. Основная литература**

1. Никеров, В.А. Физика: современный курс / В.А. Никеров. – 4-е изд. – Москва: Дашков и К°, 2019. – 452 с.: ил. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573262> – ISBN 978-5-394-03392-6. – Текст: электронный. (дата обращения 01.09.2024)

##### **5.2. Дополнительная литература**

1. Трофимова Т.И. Курс физики: Учебное пособие для вузов / Трофимова Таисия Ивановна. - 7 -е изд., стереотип. - М. : Высшая школа, 2005. - 542 с.
2. Трофимова Т.И. Справочник по физике для студентов и абитуриентов / Т.И. Трофимова. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2001. – 400 с., ил.
3. Филимонова Л.В. Методические указания для практических занятий по изучению раздела физики «Механика».- Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2003. – 119 с.
4. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики с решениями: Учебное пособие для вузов (Гриф МО) / Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова. - М. : Высшая школа, 2002. - 591 с.
5. Дмитриева В.Ф. Основы физики: Учебное пособие для вузов / В. Ф. Дмитриева, В. Л. Прокофьев. - 3 -е изд., испр. и доп. - М.: Высшая школа, 2003. - 527 с.
6. Стрелков С.П. Механика: Учебник для вузов / Стрелков, Сергей Павлович. - 4 -е изд.,

стереотип. - СПб.: Лань, 2005. - 560 с. - (Учебники для вузов).

7. Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики: учебное пособие для втузов/В. С. Волькенштейн. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: Книжный мир, 2007. – 327 с.

Енохович А.С. Справочник по физике и технике: Учеб. пособие для учащихся. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1989. – 224 с.: ил.

#### **V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>№ пп</b>	<b>Ссылка на информационный ресурс</b>	<b>Наименование разработки в электронной форме</b>	<b>Доступность</b>
1.	<a href="http://somit.ru/">http://somit.ru/</a>	Образовательные анимации для занятий по физике	Свободный доступ
2.	<a href="http://nuclphys.sinp.msu.ru/">http://nuclphys.sinp.msu.ru/</a>	Ядерная физика в Интернете	Свободный доступ
3.	<a href="http://books.ifmo.ru/">http://books.ifmo.ru/</a>	Электронная библиотека Санкт-Петербургского института точной механики и оптики	Свободный доступ
4.	<a href="https://tspu.ru/res/3.php">https://tspu.ru/res/3.php</a>	Информационные ресурсы по физике Тульского государственного педагогического университета	Свободный доступ

#### **VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

#### **VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice

## **VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных следующим оборудованием: штангенциркули; микрометры; технические весы, секундомеры; набор металлических шариков, физический маятник; математический маятник; штангенрейсмасс; зеркальная шкала; машина Атвуда; маховое колесо, источник ЭДС; миллиамперметры; вольтметры; амперметры, магазин сопротивления; гальванометры; реохорды; катушки; сопротивления; ВУП-2М; ИПД-1; магазины сопротивлений, магазины емкостей, модуль ФПЭ-11 осциллографы универсальные, Микроскоп бинокулярный; Катетометр; Весы технические; разновесы; РНШ; Измеритель (ампервольтметр); Плитки лабораторные; Жидкостные манометры, Установка для определения отношения  $c_p / c_v$  методом Клемана-Дезорна; Барометр; Гигрометр, Лабораторный комплекс ЛКК-4 "Спектры атомов и молекул"; линзы (рассеивающие и собирающие); осветители теневой проекции; рулетка-измерительная; дифракционные решетки; светофильтры; прибор Глазырина; выпрямители ВС-24 и ВС-12; бипризма.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.