

Учреждение образования  
«Международный государственный экологический институт  
имени А.Д. Сахарова» Белорусского  
государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной  
и воспитательной работе

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

И. Э. Бученков

«18» 06 2019 г.

Регистрационный № УД-223-19/уч.

**ФИЗИКА**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

1-33 01 05 Медицинская экология

2019 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО № 1-33 01 05-2013 и учебного плана учреждения высшего образования № 40-14 /уч. по специальности 1-33 01 05 Медицинская экология

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Т. С. Чикова, профессор кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Н. Д. Стрекаль, профессор кафедры общей физики учреждения образования «Гродненского государственного университета им. Я. Купалы», доктор физико-математических наук, профессор;

В. А. Иванюкович, заведующий кафедрой экологических информационных систем учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 14.06. 2019);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 40 от 18.06. 2019)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа разработана на основе образовательного стандарта и типового учебного плана специальностей 1-33 01 05 «Медицинская экология». Дисциплина «Физика» необходима для изучения специальных дисциплин (основы радиобиологии и радиационная безопасность, статистические методы в медицине, биологическая физика, медицинская физика и др.).

**Цель учебной дисциплины:** представить физическую теорию как обобщение наблюдений, практического опыта и эксперимента.

Физическая теория выражает связи между физическими явлениями и величинами в математической форме. Поэтому курс физики имеет два аспекта:

- он должен ознакомить студента с основными методами наблюдения, измерения и эксперимента, а также сопровождаться необходимыми физическими демонстрациями и лабораторными работами в общем физическом практикуме;

- курс не сводится лишь к экспериментальному аспекту, а представляет собой элементарную физическую теорию в адекватной математической форме, чтобы научить студента использовать теоретические знания для решения практических задач как в области физики, так и на междисциплинарных границах физики с другими областями знаний (биофизика, экология, биология, химия). Поэтому курс изложен на соответствующем математическом уровне и с достаточной широтой, позволяющей четко обозначить междисциплинарные границы.

Для достижения указанных целей необходимо решить следующие задачи:

- объяснить студенту основные принципы и законы физики и их математические выражения;

- ознакомить его с основными физическими явлениями, методами их наблюдения и экспериментального исследования, а также с общепринятыми методами точного измерения физических величин, с методами анализа результатов эксперимента, с основными физическими приборами и лабораторными установками;

- сформировать у студента навыки экспериментальной работы, ознакомить его с основными принципами математической обработки физического эксперимента, научить правильно выражать физические концепции и идеи;

- количественно формулировать и решать физические задачи, оценивать порядки физических величин;

- дать студенту ясное представление о границах применимости физических моделей и гипотез;

- развить у него любознательность и интерес к изучению физики;

- дать студенту диалектическое понимание важнейших этапов истории развития физики, ее философских и методологических проблем.

При усвоении дисциплины обучающийся должен овладеть следующими компетенциями: быть способным применять базовые теоретические и методологические положения высшей математики при проведении научных исследований и практической деятельности в сфере биологии и медицины.

В результате изучения дисциплины «Физика» студент в соответствии с образовательным стандартом должен

**знать:**

- основные модели, применяемые в механике, термодинамике, электромагнетизме, оптике и квантовой физике;
- формулировку законов механики для материальной точки и протяженных тел, законов электромагнетизма, начал термодинамики, основных законов гидродинамики;
- законы сохранения и условия их применимости;
- основные распределения, применяемые в статистической физике;
- элементы теории колебаний и волн, в том числе, законы геометрической оптики, описание интерференции и дифракции, дисперсии, поляризации, распространения света в анизотропных средах, рассеяния и поглощения света;
- основные принципы и положения квантовой механики и их применение к решению важнейших задач;
- приложения квантовой физики к строению атомных электронных оболочек, к теории твердого тела, к процессам испускания и поглощения света, описанию квантовых переходов;
- фундаментальную структуру материи, основные свойства ядер и продуктов ядерных реакций, законы сохранения в ядерных реакциях, основные виды ядерных реакций, явление радиоактивности;

**уметь:**

- проводить типовые измерения физических величин и обработку их результатов;
- применять законы физики к решению типовых физических задач;
- оценивать значения физических величин на основании упрощенных моделей;

**владеть:**

- навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой в данной предметной области, профессиональным языком предметной области знания;
- навыками работы с измерительными приборами и проведения измерений;
- системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике;
- системой знаний по организации и постановке физического эксперимента (лабораторного, демонстрационного).

Учебный материал включает следующие разделы: «Механика», «Термодинамика и молекулярная физика», «Электромагнетизм», «Оптика», «Атомная и ядерная физика».

Программа рассчитана на 236 учебных часов. Аудиторных часов 112, из них: лекции – 50 ч, лабораторные занятия – 32 ч, практические занятия – 30 ч.

Форма получения высшего образования – дневная.

Форма текущей аттестации – зачет в I семестре и экзамен во II семестре.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### *Раздел 1. МЕХАНИКА*

#### **1. Введение. Основные понятия механики**

Предмет изучения физики. Методы физических исследований. Структура физики. Материя и движение. Пространство и время – основные формы существования материи. Связь физики с другими естественными науками. Векторные и скалярные физические величины. Измерение физических величин. Размерность физических величин. Международная система единиц СИ. Материальная точка, абсолютно твердое тело, механическая система, система отсчета.

#### **2. Кинематика**

Основные понятия кинематики: траектория, путь, перемещение, закон движения. Прямая и обратная задачи кинематики. Скорость и ускорение. Законы равноускоренного движения точки. Криволинейное движение точки. Касательное и нормальное ускорения точки. Вращательное движение твердого тела. Угловая скорость, угловое ускорение. Связь линейной и угловой скоростей точек вращающегося тела. Связь линейного и углового ускорений точек вращающегося тела.

#### **3. Динамика**

Сила, масса, импульс. Законы Ньютона. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Механический принцип относительности. Силы в механике: сила тяжести, сила упругости, сила трения, сила Архимеда. Замкнутая механическая система. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Перегрузка и невесомость. Влияние невесомости на биологические объекты. Центр масс и центр тяжести. Момент инерции. Момент импульса тела. Закон сохранения момента импульса. Центробежная сила инерции. Центрифугирование. Механическая работа. Мощность. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия. Полная механическая энергия. Закон сохранения механической энергии. Механическая работа человека. Эргометрия.

#### **4. Механические колебания и волны**

Гармонические колебания. Смещение, амплитуда, частота, фаза, скорость и ускорение колеблющейся точки. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Математический и физический маятники. Энергия гармонического колебания. Сложение колебаний. Механические волны и их характеристики. Плоская и сферическая волна. Интерференция волн. Природа звука. Физические характеристики звука. Характеристики слухового ощущения и их связь с физическими характеристиками звука. Физические основы звуковых методов исследований в медицине. Инфразвук и ультразвук. Природные источники инфразвука и ультразвука

(землетрясение, шторм, цунами). Действие инфразвука и ультразвука на биологические объекты. Применения ультразвука в медицине.

## **5. Основы гидродинамики**

Движение жидкостей и газов. Стационарное течение. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Условие неразрывности струи. Уравнение Бернулли и его применение. Вязкость жидкости. Формула Пуазейля. Движение тел в вязкой жидкости. Закон Стокса. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Движение крови в сосудах. Гемодинамика. Методы определения вязкости жидкости. Клинический метод определения вязкости крови. Физические основы клинического метода измерения давления крови

## ***Раздел 2. ТЕРМОДИНАМИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА***

### **6. Основные положения молекулярно-кинетической теории газов**

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Динамические и статистические закономерности. Понятие идеального газа. Средняя квадратичная скорость молекул. Кинетическая энергия молекулы.

### **7. Основные газовые законы**

Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона). Основные газовые законы. Изопроцессы.

### **8. Основы термодинамики**

Термодинамические процессы. Понятие термодинамического состояния. Термодинамические параметры: давление, объем, температура. Теплота. Работа. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Удельная теплоемкость. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Энтропия. Энтропия биологических систем.

### **9. Реальные газы и жидкости**

Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его график. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Атмосфера как защитная оболочка Земли. Влажность воздуха. Методы измерения влажности воздуха и атмосферного давления.

## ***Раздел 3. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ***

### **10. Электростатика**

Электрический заряд. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Силовые линии. Напряженность электрического поля. Работа электрического поля. Потенциал электрического поля. Разность потенциалов. Потенциальная энергия заряда. Эквипотенциальные поверхности. Электрический диполь. Сердце как электрический диполь. Физические основы электрокардиографии. Действие электростатического поля на биологические объекты. Физические основы электрокардиографии.

### **11. Постоянный электрический ток**

Электрический ток. Сила тока. Сопротивление проводника. Электродвижущая сила источника тока. Законы постоянного электрического тока. Электропроводимость электролитов. Электропроводимость биологических тканей и жидкостей при постоянном токе. Электрический разряд в газах. Аэроны и их лечебно-профилактическое действие. Действие постоянного тока на ткани организма. Гальванизация, Электрофорез лекарственных веществ.

### **12. Магнитное поле**

Магнитное поле. Магнитная индукция. Закон Ампера. Действие магнитного поля на движущийся электрический заряд. Сила Лоренца. Напряженность магнитного поля. Физические основы магнитотерапии и магнитобиологии.

### **13. Магнитные свойства вещества**

Магнитные свойства вещества. Диамагнетики. Парамагнетики. Ферромагнетизм. Магнитные свойства тканей организма. Действие магнитного поля на биологические системы. Магнитное поле Земли. Магнитные бури.

### **14. Явления электромагнитной индукции**

Магнитный поток. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Электродвижущая сила индукции. Правило Ленца. Индуктивность. Явление самоиндукции. Энергия магнитного поля. Физические процессы в тканях при воздействии переменным магнитным полем.

### **15. Электромагнитные колебания и волны**

Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания. Формула Томсона. Электромагнитные волны. Шкала электромагнитных волн. Физические процессы в тканях при воздействии электромагнитными волнами. Защита от электромагнитного излучения.

## ***Раздел 4. ОПТИКА***

### **16. Фотометрия и геометрическая оптика**

Источники света. Оптический диапазон электромагнитных волн. Фотометрия. Световой поток. Сила света. Освещенность. Светимость и яркость. Закон прямолинейного распространения света. Законы отражения и преломления света. Показатель преломления среды. Полное внутреннее отражение. Волоконная оптика и ее использование в эндоскопии. Плоское и сферическое зеркало. Тонкая линза. Формула линзы. Построение изображения в линзе. Аберрации линз. Устройство биологического микроскопа. Органы зрения человека. Острота зрения. Дефекты зрения и их

устранение.

### **17. Основы волновой оптики**

Интерференция света. Суперпозиция световых волн. Когерентные и некогерентные источники и волны. Методы наблюдения интерференции света. Опыт Юнга. Интерферометры. Интерференция в тонких пленках.

Дифракция света. Принцип Гюйгенса – Френеля. Дифракция на круглом, отверстии: Дифракция на одной щели. Дифракционная решетка. Дифракционный спектр.

Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса. Плоскость поляризации. Получение поляризованного света. Поляризатор и анализатор. Исследование биологических тканей в поляризованном свете. Поляризационный микроскоп.

Дисперсия света. Дисперсионные спектры. Спектрометры.

### **18. Основы квантовой оптики. Тепловое излучение**

Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Кванты света. Корпускулярно-волновой дуализм. Фотон. Энергия, импульс, масса фотона. Равновесное тепловое излучение тел и его характеристики. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Законы излучения абсолютно черного тела. Излучение Солнца. Ультрафиолетовое излучение и его применение в медицине.

## ***Раздел 5. АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА***

### **19. Физика атома**

Опыты Резерфорда по рассеиванию  $\alpha$ -частиц. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Теория атома по Бору. Электронные оболочки сложных атомов. Излучение и поглощение энергии атомами и молекулами. Физические основы работы лазера. Виды лазеров. Применение лазеров в медицине. Рентгеновское излучение и его природа. Устройство рентгеновской трубки. Тормозное рентгеновское, излучение. Биологическое действие рентгеновского излучения. Физические основы применения рентгеновского излучения в медицине. Рентгенодиагностика. Рентгенотерапия.

### **20. Элементы ядерной физики**

Строение ядра. Нуклоны (протоны и нейтроны). Заряд и масса ядра. Изотопы. Радиоактивность. Природа и свойства  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  излучения. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Взаимодействие радиоактивного излучения с веществом. Биофизические основы действия ионизирующих излучений на организм. Использование радионуклидов и нейтронов в медицине. Защита от ионизирующего излучения.

### **21. Современные достижения физики**

Нанопизика. Наноматериалы. Нанотехнологии в медицине.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

| Номер раздела, темы, занятия | Название раздела, темы                                   | Количество аудиторных часов |                                    |                      |                | Формы контроля знаний |
|------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------|----------------|-----------------------|
|                              |                                                          | Лекции                      | Практические (семинарские) занятия | Лабораторные занятия | Иное           |                       |
| 1                            | 2                                                        | 3                           | 4                                  | 5                    | 6              | 7                     |
|                              | <b>Раздел 1. МЕХАНИКА</b>                                | <b>11</b>                   | <b>8</b>                           | <b>6</b>             |                |                       |
| 1                            | Введение. Основные понятия механики                      | 1                           |                                    |                      | метод. пособие |                       |
| 2                            | Кинематика                                               | 2                           | 2                                  | 2                    | метод. пособие | самост. работа        |
| 3                            | Динамика                                                 | 4                           | 4                                  | 2                    | метод. пособие | тест                  |
| 4                            | Механические колебания и волны                           | 2                           | 2                                  | 2                    | метод. пособие | тест                  |
| 5                            | Основы гидродинамики                                     | 2                           |                                    |                      | метод. пособие | тест                  |
|                              | <b>Раздел 2. ТЕРМОДИНАМИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА</b>     | <b>8</b>                    | <b>6</b>                           | <b>2</b>             |                |                       |
| 6                            | Основные положения молекулярно-кинетической теории газов | 2                           |                                    |                      | метод. пособие | тест                  |
| 7                            | Основные газовые законы                                  | 2                           | 2                                  | 1                    | метод. пособие | тест                  |
| 8                            | Основы термодинамики                                     | 2                           | 2                                  | 1                    | метод. пособие | тест                  |
| 9                            | Реальные газы и жидкости                                 | 2                           |                                    |                      | метод. пособие | самост. работа        |
| 10                           | Контрольная работа                                       |                             | 2                                  |                      |                |                       |
|                              | <b>Раздел 3. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ</b>                        | <b>14</b>                   | <b>6</b>                           | <b>12</b>            |                |                       |
| 11                           | Электростатика                                           | 2                           | 1                                  | 2                    | метод. пособие | тест                  |
| 12                           | Постоянный электрический ток                             | 2                           | 1                                  | 4                    | метод. пособие | тест                  |
| 13                           | Магнитное поле                                           | 2                           | 2                                  | 4                    | метод. пособие | тест                  |

|    |                                                |           |           |           |                   |      |
|----|------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|------|
| 14 | Магнитные свойства вещества                    | 2         |           |           | метод.<br>пособие | тест |
| 15 | Явление электромагнитной индукции              | 2         | 1         | 2         | метод.<br>пособие | тест |
| 16 | Электромагнитные колебания и волны             | 4         | 1         |           | метод.<br>пособие | тест |
|    | <b>Раздел 4. ОПТИКА</b>                        | <b>8</b>  | <b>4</b>  | <b>6</b>  |                   |      |
| 17 | Фотометрия и геометрическая оптика             | 2         | 2         | 2         | метод.<br>пособие | тест |
| 18 | Основы волновой оптики                         | 4         | 2         | 4         | метод.<br>пособие | тест |
| 19 | Основы квантовой оптики.<br>Тепловое излучение | 2         |           |           | метод.<br>пособие | тест |
|    | <b>Раздел 5. АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА</b>      | <b>9</b>  | <b>4</b>  | <b>6</b>  |                   |      |
| 20 | Физика атома                                   | 4         | 2         | 6         | метод.<br>пособие | тест |
| 21 | Элементы ядерной физики                        | 4         | 2         |           | метод.<br>пособие | тест |
| 22 | Современные достижения физики                  | 1         |           |           | метод.<br>пособие |      |
| 23 | Контрольная работа                             |           | 2         |           |                   |      |
|    | <b>ВСЕГО</b>                                   | <b>50</b> | <b>30</b> | <b>32</b> |                   |      |

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к практическим занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ по темам и разделам курса (модуля).

### Темы самостоятельных работ

1. Вестибулярный аппарат как инерциальная система ориентации.
2. Физика слуха.
3. Механические свойства биологических тканей.
4. Рентгеновские лучи и медицина.
5. Электромагнитное излучение и человек.

### Темы лабораторных занятий

1. Работа с погрешностями. Абсолютные и относительные погрешности измерения физических величин.
2. Графическое представление измеряемых физических величин. Расчет среднего значения и погрешности измерения для физической величины, результаты измерения которой представлены графически.
3. Законы сохранения в механике. Определение физических параметров твердых тел при их соударениях друг с другом.
4. Гармонические колебания. Определение периода колебаний математического и пружинного маятников.
5. Определение  $C_p / C_v$  методом Клемана – Дезорма.
6. Измерение влажности воздуха.
7. Исследование электростатического поля.
8. Измерение сопротивлений мостовым методом.
9. Определение ЭДС источника постоянного тока методом компенсации.
10. Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли.

11. Моделирование оптических систем.
12. Изучение дифракции света с помощью дифракционной решетки.
13. Изучение спектра атома водорода.
14. Тормозное рентгеновское излучение.

С целью диагностики знаний, умений и навыков обучающихся по данной дисциплине рекомендуется использовать:

- 1) контрольные работы;
- 2) самостоятельные работы;
- 3) коллоквиумы по пройденному теоретическому материалу;
- 4) устный опрос в ходе практических занятий;
- 5) проверку конспектов лекций студентов;
- 6) тестирование, включая компьютерное.

## ЛИТЕРАТУРА

### *Основная*

1. Наркевич, И. И. Физика / И. И. Наркевич, Э. И. Волмянский, С. И. Лобко. – Минск: Новое знание, 2004. – 679 с.
2. Трофимова, Т. И. Курс физики / Т. И. Трофимова. – М.: ИЦ Академия, 2012. – 560 с.
3. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика / А. Н. Ремизов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 648 с.
4. Лещенко, В. Г. Медицинская и биологическая физика / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012. – 552 с.
5. Ливенцев, Н. М. Курс физики / Н. М. Ливенцев. – СПб.: Лань, 2012. – 672 с.
6. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике / И. Е. Иродов. – СПб.: Лань, 2006. – 417 с.
7. Волькенштейн, В. С. Сборник задач по общему курсу физики / В. С. Волькенштейн. – СПб.: Книжный мир, 2006. – 328 с.

### *Дополнительная*

1. Грабовский, Р. И. Курс физики / Р. И. Грабовский. – СПб.: Лань, 2007. – 608 с.
2. Основы физики и биофизики / А. И. Журавлев [и др.]. – М.: Мир, 2005. – 384 с.
3. Рогачев, Н. М. Курс физики / Н. М. Рогачев. – СПб.: Лань, 2010. – 448 с.
4. Ремизов, А. Н. Сборник задач по медицинской и биологической физике / А. Н. Ремизов, А. Г. Максина. – М.: Дрофа, 2001. – 192 с.
5. Орир, Дж. Физика / Дж. Орир. – М.: КДУ, 2010. – 752 с.
6. Мэриэн, Д. Б. Общая физика с биологическими примерами / Д. Б. Мэриэн. – М.: Высшая школа, 1986. – 623 с.

## Протокол согласования учебной программы

| <b>Название дисциплины, с которой требуется согласование</b> | <b>Название кафедры</b> | <b>Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине</b> | <b>Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)</b> |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                              |                         |                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                                              |                         |                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                                              |                         |                                                                                                                      |                                                                                                          |