

**СОСТАВИТЕЛИ:**

В.А.Игнатенко, заведующий кафедрой медицинской и биологической физики учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент;

Б.К.Кузнецов, доцент кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра медицинской и биологической физики учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»;

В.Л.Маркович, заведующий кафедрой медицинской и биологической физики учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», кандидат физико-математических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой медицинской и биологической физики учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет»

(протокол №14 от 29.08.2016);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет» (протокол № 4 от 30.08.2016);

Научно-методическим советом по медико-диагностическому делу Учебно-методического объединения по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию (протокол № 2 от 31.08.2016)

**Пояснительная записка**

Медицинская и биологическая физика – учебная дисциплина, содержащая комплекс разделов прикладной и биологической физики, в которых рассматриваются физические законы и явления применительно к решению медицинских задач, а также включает материал, необходимый для изучения принципов устройства медицинской аппаратуры и правил ее безопасного использования; элементы математического аппарата, используемые для количественного описания медико-биологических процессов и обработки медицинских данных.

Типовая учебная программа разработана в соответствии со следующими нормативными документами:

образовательным стандартом высшего образования специальности 1–79 01 04 «Медико-диагностическое дело», утвержденным и введенным в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08.2013 № 88*;*

типовым учебным планом специальности 1–79 01 04 «Медико-диагностическое дело» (регистрационный № L 79-1-014/тип.), утвержденным первым заместителем Министра образования Республики Беларусь от 30.08.2016.

Цель преподавания и изучения учебной дисциплины «Медицинская и биологическая физика» состоит в формировании у студентов и приобретении ими научных знаний о строении и физических свойствах биологических тканей, закономерностях их взаимодействия с физическими полями, физических основах современных методов диагностики и лечения.

Задачи изучения учебной дисциплины состоят в приобретении студентами академических компетенций, основу которых составляет знание:

* физических и физико-химических процессов, протекающих в живом организме, методов их исследования и описания;
* механических и реологических свойств биологических тканей и свойств физических полей, действующих на них;
* физических основ современных методов диагностики состояния организма человека: ультразвуковых, тепловизионных, рентгеновских, магнито-резонансных и др.

Задачи преподавания учебной дисциплины состоят в формировании социально-личностных и профессиональных компетенций, основа которых заключается в знании и применении:

* методов определения различных физических характеристик биологических объектов;
* принципов устройства основных измерительных приборов и электромедицинской аппаратуры;
* правил безопасного использования электромедицинской аппаратуры;
* методов обработки медико-биологических данных.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в результате изучения учебной дисциплины «Медицинская и биологическая физика» необходимы при изучении таких учебных дисциплин, как «Нормальная физиология», «Патологическая физиология», «Клиническая лабораторная диагностика», «Оториноларингология», «Офтальмология», «Лучевая диагностика и лучевая терапия», «Радиационная и экологическая медицина», «Функциональная диагностика», «Физиотерапия и медицинская реабилитация».

Изучение учебной дисциплины «Медицинская и биологическая физика» должно обеспечить формирование у студентов академических, социально-личностных, и профессиональных компетенций.

**Требования к академическим компетенциям**

Студент должен:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Уметь работать самостоятельно.

АК-4. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-5. Уметь работать с учебной, справочной и научной литературой.

**Требования к социально-личностным компетенциям**

Студент должен:

СЛК-1. Уметь работать в команде.

**Требования к профессиональным компетенциям**

Студент должен быть способен:

ПК-1. Выполнять клинико-лабораторные исследования в лабораторно-диагностических отделениях организаций здравоохранения (лабораторные, цитологические, гематологические, иммунологические, биохимические, бактериологические, вирусологические, паразитологические, медико-генетические).

ПК-2. Выполнять лабораторные исследования в лабораторных подразделениях санитарно-эпидемиологических организаций (лабораторные, аналитические, бактериологические, вирусологические, паразитологические).

ПК-3. Выполнять мероприятия по обеспечению функционирования диагностического оборудования согласно установленным требованиям.

ПК-4. Соблюдать правила техники безопасности и противоэпидемического режима при проведении диагностических исследований.

В результате изучения учебной дисциплины «Медицинская и биологическая физика» студент должен

**знать**:

* физические методы исследования веществ и явлений природы, диагностики заболеваний, контроля окружающей среды и воздействия на организм человека;
* технику безопасности при использовании диагностической и лечебной аппаратуры;

**уметь**:

* исследовать физические и физико-химические свойства важнейших биологических тканей и жидкостей, энергетические поля и другие физические факторы, действующие на организм человека с использованием измерительных приборов;
* применять диагностическую и лечебную аппаратуру;

**владеть**:

* приемами получения физических данных явлений, веществ, диагностических данных, контроля состояния окружающей среды и воздействия на организм человека с лечебной и профилактической целью, техники безопасности при использовании медицинской аппаратуры, методами обработки медико-биологических данных с использованием компьютерных технологий.

Всего на изучение учебной дисциплины отводится 187 академических часов, из них 103 аудиторных часов. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекций – 16 часов, лабораторных занятий – 51 час, практических занятий – 36 часов.

Рекомендуемые формы текущей аттестации: зачет (1 и 2 семестры).

**Примерный тематический план**

| Наименование раздела (темы) | Количество часов аудиторных занятий | | |
| --- | --- | --- | --- |
| лекций | лабораторных | практических |
| **1. Механические колебания и волны. Акустика. Ультразвуковые методы исследования. Механические свойства твердых тел и биологических тканей** | **2** | **6** | **6** |
| 1.1. Основы биомеханики. Механические свойства биологических тканей. Определение модуля упругости материалов | - | 3 | - |
| 1.2. Механические колебания. Резонанс. Гармонический анализ сложных колебаний. Механические волны | 1 | - | 3 |
| 1.3. Акустика. Диаграмма слышимости. Ультразвук. Акустические и ультразвуковые методы исследования и воздействия в медицине | 1 | - | 3 |
| 1.4. Биофизические основы формирования слухового ощущения. Аудиометрия | - | 3 | - |
| **2. Биореология. Физические основы гемодинамики** | **2** | **6** | **6** |
| 2.1. Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости | 1 | - | 3 |
| 2.2. Физические основы гемодинамики. Применение уравнения Бернулли, уравнения неразрывности и формулы Пуазейля для анализа течения жидкости и артериального кровотока | 1 | - | 3 |
| 2.3. Определение вязкости жидкостей капиллярным вискозиметром | - | 3 | - |
| 2.4. Поверхностное натяжение в жидкости. Капиллярные явления | - | 3 | - |
| **3. Явления переноса и физические процессы в биологических мембранах** | **2** | **-** | **3** |
| **4. Электрические и магнитные явления в организме человека, электрические воздействия и методы исследования** | **2** | **18** | **3** |
| 4.1. Физические основы электрографии тканей и органов организма человека. Основы электрокардиографии | 1 | 3 | **-** |
| 4.2. Постоянный и переменный ток. Различные нагрузки в цепи переменного тока. Эквивалентная электрическая схема живой ткани. Физические основы реографии | 1 | 3 | - |
| 4.3. Характеристики импульсных токов. Физические основы электростимуляции тканей и органов организма человека. Аппаратура для электростимуляции и определение параметров импульсных токов | - | 3 | - |
| 4.4. Основные характеристики и свойства магнитного поля. Магнитные свойства веществ и биологических тканей | - | 1 | - |
| 4.5. Воздействие на организм человека высокочастотных токов и полей. Аппаратура для высокочастотной терапии | - | 2 | 3 |
| 4.6. Регистрация биофизических параметров. Термоэлектрические явления, их использование в датчиках. Электрические датчики температуры | - | 3 | - |
| 4.7. Усиление биоэлектрических сигналов. Определение частотных и амплитудных характеристик усилителя | - | 3 | - |
| **5. Оптические методы исследования и воздействие излучением оптического диапазона на биологические объекты. Элементы физики атомов и молекул** | **5** | **18** | **15** |
| 5.1. Электромагнитные волны. Методы получения поляризованного света. Использование поляризационных методов для исследования биологических объектов. Оптическая активность | 1 | 3 | 2 |
| 5.2. Рефрактометрия. Определение концентрации растворов с помощью рефрактометра. Принципы волоконной оптики. Основы эндоскопии | - | 3 | 1 |
| 5.3. Оптическая микроскопия. Основы электронной и зондовой микроскопии | - | 3 | - |
| 5.4.Тепловое излучение тел. Энергетические характеристики теплового излучения. Тепловидение и термография в медицине | 1 | - | 3 |
| 5.5. Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотоколориметрии и спектрофотометрии | - | 3 | - |
| 5.6. Излучение и поглощение энергии атомами и молекулами. Основы спектрального анализа. Люминесценция. Фотобиологические процессы | 1 | 3 | 3 |
| 5.7. Вынужденное излучение. Лазеры. Свойства лазерного излучения. Применение лазеров в медицине | 1 | 3 | - |
| 5.8. Оптическая система глаза. Биофизические основы зрения | - | - | 3 |
| 5.9. Основы электронного парамагнитного резонанса. Ядерный магнитный резонанс. Принципы магнитно-резонансной томографии | 1 | - | 3 |
| **6. Ионизирующие излучения. Основы дозиметрии** | **3** | **3** | **3** |
| 6.1. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Свойства рентгеновского излучения и его использование в медицине | 1 | - | 1 |
| 6.2. Радиоактивность. Искусственная и естественная радиоактивность. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Радионуклидные методы диагностики и лучевой терапии | 1 | - | 2 |
| 6.3. Дозиметрия ионизирующего излучения. Методы регистрации ионизирующих излучений | 1 | 3 | - |
| **Всего часов** | **16** | **51** | **36** |

**Содержание учебного материала**

**1. Механические колебания и волны. Акустика. Ультразвуковые методы исследования. Механические свойства твердых тел и биологических тканей**

**1.1. Основы биомеханики. Механические свойства биологических тканей. Определение модуля упругости материалов**

Механические деформации. Закон Гука, модуль упругости. Определение модуля упругости материалов. Упругие, вязкие и вязкоупругие среды, их механические характеристики и модели. Механические свойства биологических тканей: костной ткани, мышц, сухожилий, стенок сосудов.

**1.2. Механические колебания. Резонанс. Гармонический анализ сложных колебаний. Механические волны**

Механические колебания. Гармонические колебания. Энергия гармонических колебаний. Сложение колебаний. Резонанс. Автоколебания Гармонический спектр сложных колебаний, теорема Фурье. Применение гармонического анализа для обработки диагностических данных.

Механические волны, их виды, скорость распространения. Уравнение волны. Энергетические характеристики волны: поток энергии, интенсивность (плотность потока энергии), объемная плотность энергии волны, вектор Умова. Эффект Доплера.

**1.3. Акустика. Диаграмма слышимости. Ультразвук. Акустические и ультразвуковые методы исследования и воздействия в медицине**

Физические характеристики звука: частота, интенсивность, спектральный состав. Характеристики слухового ощущения и их связь с физическими характеристиками звука. Диаграмма слышимости. Закон Вебера-Фехнера. Уровни интенсивности и уровни громкости, единицы измерения, связь между ними. Фонокардиография. Отражение и поглощение звуковых волн. Акустический импеданс.

Биофизические основы действия ультразвука на клетки и ткани организма человека. Принципы ультразвуковой визуализации органов и тканей организма человека. Ультразвуковая диагностика. Применение эффекта Доплера для неинвазивного измерения скорости кровотока.

Инфразвук. Особенности действия инфразвука на биологические объекты.

**1.4. Биофизические основы формирования слухового ощущения. Аудиометрия**

Диаграмма слышимости. Аудиометрия. Снятие спектральной характеристики чувствительности уха на пороге слышимости.

**2. Биореология. Физические основы гемодинамики**

**2.1. Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости**

Основные понятия гидродинамики. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли. Течение вязкой жидкости, формулы Ньютона и Пуазейля. Гидравлическое сопротивление.

**2.2. Физические основы гемодинамики. Применение уравнения Бернулли, уравнения неразрывности и формулы Пуазейля для анализа течения жидкости и артериального кровотока**

Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса. Реологические свойства крови, неньютоновский характер ее вязкости. Роль эластичности сосудов, пульсовая волна. Распределение скорости кровотока и кровяного давления в большом круге кровообращения. Применение уравнения Бернулли для исследования кровотока в крупных артериях и аорте (закупорка артерии, артериальный шум, поведение аневризмы). Методы определения давления и скорости кровотока.

Работа и мощность сердца.

**2.3. Определение вязкости жидкостей капиллярным вискозиметром**

Факторы, влияющие на вязкость крови в организме человека. Методы определения вязкости: Стокса, Оствальда, ротационный метод. Определение вязкости жидкости вискозиметром Оствальда.

**2.4. Поверхностное натяжение в жидкости. Капиллярные явления**

Физическая сущность явления поверхностного натяжения. Коэффициент поверхностного натяжения и методы его определения. Добавочное давление под кривой поверхностью жидкости, формула Лапласа. Смачивание. Капиллярные явления, их значение в биологических системах. Газовая эмболия.

**3. Явления переноса и физические процессы в биологических мембранах**

Строение и физические свойства биологических мембран. Пассивный транспорт веществ через биологические мембраны, его виды. Математическое описание пассивного транспорта веществ. Активный транспорт ионов.

Мембранные потенциалы покоя и их ионная природа. Уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца для потенциала покоя клетки. Механизм генерации потенциала действия, его основные фазы. Рефрактерный период. Распространение потенциала действия по безмиелиновым и миелинизированным аксонам.

**4. Электрические и магнитные явления в организме человека, электрические воздействия и методы исследования**

**4.1. Физические основы электрографии тканей и органов организма человека. Основы электрокардиографии**

Электрическое поле и его характеристики. Поле диполя. Основы электрографии органов организма человека. Электрокардиография, теория Эйнтховена. Стандартные отведения Эйнтховена, усиленные униполярные и грудные отведения. Формирование зубцов электрокардиограммы, их связь с физиологическими процессами в миокарде. Определение амплитудных и временных параметров электрокардиограммы.

**4.2. Постоянный и переменный ток. Различные нагрузки в цепи переменного тока. Эквивалентная электрическая схема живой ткани. Физические основы реографии**

Постоянный и переменный ток. Закон Ома в дифференциальной форме. Электропроводность биологических тканей. Гальванизация и лечебный электрофорез. Переменный ток, его характеристики. Омическое сопротивление, индуктивность и ёмкость в цепи переменного тока. Импеданс цепи. Эквивалентная схема живой ткани. Импеданс живой ткани, его зависимость от частоты переменного тока. Оценка жизнестойкости тканей. Физические основы реографии как диагностического метода.

**4.3. Характеристики импульсных токов. Физические основы электростимуляции тканей и органов организма человека. Аппаратура для электростимуляции и определение параметров импульсных токов**

Импульсные токи и их характеристики. Электровозбудимость тканей, реобаза, хронаксия. Уравнение Вейса-Лапика, закон Дюбуа-Реймона. Виды электростимуляции сердца.

Аппаратура для электростимуляции. Определение параметров импульсных токов (длительности импульса, частоты, скважности). Аппарат амплипульс-терапии.

**4.4. Основные характеристики и свойства магнитного поля. Магнитные свойства веществ и биологических тканей**

Магнитное поле и его характеристики и свойства. Магнитные свойства веществ и биологических тканей. Действие магнитного поля на биообъекты.

**4.5. Воздействие на организм человека высокочастотных токов и полей. Аппаратура для высокочастотной терапии**

Физические основы высокочастотной терапии и электрохирургии. Методы и аппаратура высокочастотной терапии: диатермия, индуктотермия, микроволновая терапия, крайне высокочастотная терапия, местная дарсонвализация. Нагревание диэлектриков и электролитов в поле ультравысокой частоты.

**4.6. Регистрация биофизических параметров. Термоэлектрические явления, их использование в датчиках. Электрические датчики температуры**

Общие характеристики и классификация датчиков (измерительных преобразователей). Датчики температуры. Зависимость сопротивления металлов и полупроводников от температуры. Контактная разность потенциалов. Термопара, термоэлектродвижущая сила. Градуировка термопары, термистора и проволочного терморезистора.

**4.7. Усиление биоэлектрических сигналов. Определение частотных и амплитудных характеристик усилителя**

Общие принципы усиления электрических сигналов. Требования к усилителям биопотенциалов. Определение частотной и амплитудной характеристик усилителя, полосы пропускания и динамического диапазона. Амплитудные и частотные характеристики основных биопотенциалов: электрокардиография, электромиография, электроэнцефалография. Дифференциальный усилитель, его особенности и способ подключения к пациенту.

**5. Оптические методы исследования и воздействие излучением оптического диапазона на биологические объекты. Элементы физики атомов и молекул**

**5.1. Электромагнитные волны. Методы получения поляризованного света. Использование поляризационных методов для исследования биологических объектов. Оптическая активность**

Общие свойства электромагнитных волн. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации света. Методы получения поляризованного света, основанные на явлениях Брюстера, двулучепреломления, дихроизма поглощения. Закон Малюса. Оптическая активность. Устройство поляризационных приборов, основанных на двулучепреломлении и дихроизме поглощения. Прохождение света через поляризаторы. Устройство поляриметра. Определение концентрации оптически активных веществ поляриметром.

**5.2. Рефрактометрия. Определение концентрации растворов с помощью рефрактометра. Принципы волоконной оптики. Основы эндоскопии**

Законы отражения и преломления света. Устройство рефрактометра. Зависимость показателя преломления растворов от концентрации. Определение концентрации растворов с помощью рефрактометра.

Явление полного внутреннего отражения света, принципы волоконной оптики, устройство современных эндоскопов.

**5.3. Оптическая микроскопия. Основы электронной и зондовой микроскопии**

Ход лучей в микроскопе. Увеличение и предел разрешения оптических микроскопов. Формула Аббе. Основы электронной микроскопии. Волновые свойства электронов. Длина волны де Бройля. Предел разрешения электронного микроскопа. Принципы и возможности зондовой микроскопии.

Определение цены деления окулярной шкалы и линейных размеров микрообъектов оптическим микроскопом.

**5.4. Тепловое излучение тел. Энергетические характеристики теплового излучения. Тепловидение и термография в медицине**

Основные характеристики теплового излучения. Энергетическая светимость, спектральная плотность энергетической светимости, монохроматический коэффициент поглощения. Абсолютно чёрное, серое и другие тела. Законы теплового излучения (Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина). Формула Планка. Тепловое излучение тела человека. Использование тепловидения и термографии в медицине.

**5.5. Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотоколориметрии и спектрофотометрии**

Поглощение света. Законы поглощения света веществом. Показатель поглощения вещества, его зависимость от длины волны света и концентрации раствора. Коэффициент пропускания и оптическая плотность, их зависимость от длины волны и концентрации. Устройств о фотоэлектроколориметра, определение с его помощью концентрации растворов. Определение спектра поглощения вещества спектрофотометром. Рассеяние света, его виды и закономерности. Закон Релея. Нефелометрия.

**5.6. Излучение и поглощение энергии атомами и молекулами. Основы спектрального анализа. Люминесценция. Фотобиологические процессы**

Теория Бора. Спектр атома водорода. Основы атомного и молекулярного спектрального анализа. Градуировка спектроскопа излучением ртутной лампы и исследование спектров поглощения гемоглобина крови и других растворов.

Люминесценция, ее виды и характеристики. Законы Стокса и Вавилова. Люминесцентный анализ в медицине. Собственная люминесценция биологических объектов. Люминесцентные метки и зонды.

Фотобиологические процессы, спектр действия.

Фотодинамическая терапия.

**5.7. Вынужденное излучение. Лазеры. Свойства лазерного излучения. Применение лазеров в медицине**

Вынужденное излучение и его свойства. Условия усиления света. Устройство лазеров. Назначение активной среды, системы накачки и резонатора в лазерах. Схема работы лазера. Свойства лазерного излучения, его использование в медицине. Использование лазерного излучения в терапии и хирургии. Определение длины волны лазера и размеров малых объектов по дифракционной картине.

**5.8. Оптическая система глаза. Биофизические основы зрения**

Аккомодация глаза. Недостатки оптической системы глаза и их коррекция. Чувствительность глаза к свету и цвету. Механизм адаптации глаза к различной освещённости. Биофизические основы зрительной рецепции.

**5.9. Основы электронного парамагнитного резонанса. Ядерный магнитный резонанс. Принципы магнитно-резонансной томографии**

Электронный парамагнитный резонанс. Поведение парамагнитных ядер во внешнем магнитном поле. Ядерный магнитный резонанс. Схема установки для наблюдения ядерного магнитного резонанса.

Магнитные свойства ядер химических элементов, химический сдвиг.

Основы магнитно-резонансной томографии.

**6. Ионизирующие излучения. Основы дозиметрии**

**6.1. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Свойства рентгеновского излучения и его использование в медицине**

Природа тормозного и характеристического рентгеновского излучения, их характеристики и свойства.

Устройство рентгеновской лампы, спектр тормозного излучения и его регулировка. Характеристическое излучение. Закон Мозли. Закон ослабления рентгеновского излучения веществом, слой половинного ослабления. Линейный и массовый показатели ослабления, их зависимость от жесткости излучения и свойств вещества. Виды взаимодействия рентгеновского излучения с веществом. Использование рентгеновского излучения в диагностике и лучевой терапии. Основы рентгеновской компьютерной томографии. Методы защиты от рентгеновского излучения.

**6.2. Радиоактивность. Искусственная и естественная радиоактивность. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Радионуклидные методы диагностики и лучевой терапии**

Радиоактивный распад и его виды. Энергетические спектры α- и β-частиц, гамма-излучений. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада. Характеристики взаимодействия ионизирующих излучений с веществом: линейная плотность ионизации, линейные потери энергии, длина пробега.

Активность радионуклидов, единицы ее измерения. Связь между радионуклидами. Удельная, массовая и поверхностная активности радионуклидов. Изменение активности препарата во времени.

Основы позитронно-эмиссионной томографии.

**6.3. Дозиметрия ионизирующего излучения. Методы регистрации ионизирующих излучений**

Поглощенная, экспозиционная, эквивалентная дозы ионизирующего излучения, связь между ними и единицы их измерения. Эффективная эквивалентная доза, коэффициенты радиационного риска, коллективная доза.

Устройство дозиметров и радиометров. Определение мощности экспозиционной дозы. Естественный радиационный фон. Методы расчета поглощенной и эквивалентной доз при внешнем облучении.

**Информационно-методическая часть**

**Литература**

Основная:

1. *Лещенко, В.Г.* Медицинская и биологическая физика: учебное пособие / В.Г.Лещенко, Г.К.Ильич. Мн.: Новое знание, 2012; М.: ИНФРА-М, 2012. – 552 с.
2. Лещенко, *В.Г.* Практикум по медицинской и биологической физике: учебное пособие / под редакцией В.Г.Лещегко. Мн.: Новое знание, 2013; М.: ИНФРА-М, 2013. – 318 с.

Дополнительная:

1. *Ремизов, А.Н.* Медицинская и биологическая физика:издание 4-е, переработанное и дополненное / А.Н.Ремизов. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 648с.
2. *Ремизов, А.Н.* Сборник задач по медицинской и биологической физике, учебное пособие для вузов / А.Н.Ремизов, А.Г.Максина. М.: Дрофа, 2001. – 192 с.

**методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине**

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться обучающимися на:

* + подготовку к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
  + подготовку к коллоквиумам, зачетам по дисциплине;
  + проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
  + решение задач;
  + выполнение исследовательских и творческих заданий;
  + подготовку тематических докладов, рефератов;
  + выполнение практических заданий;
  + конспектирование учебной литературы;
  + подготовку отчетов;
  + составление обзора научной литературы по заданной теме;
  + подготовку презентаций;
  + оформление информационных и демонстрационных материалов (стенды, плакаты, графики, таблицы, газеты и пр.);
  + составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников.

Основные методы организации управляемой самостоятельной работы:

* + написание и презентация реферата;
  + выступление с докладом;
  + изучение тем и проблем, не выносимых на лекции;
  + систематическое компьютеризированное тестирование;
  + подготовка и участие в активных формах обучения.

Контроль управляемой самостоятельной работы может осуществляться на текущих, итоговых занятиях, зачетах в виде:

* + контрольной работы;
  + итогового занятия, коллоквиума в форме устного собеседования, письменной работы, тестирования;
  + обсуждения рефератов;
  + защиты учебных заданий;
  + защиты протокола лабораторного занятия;
  + оценки устного ответа на вопрос, сообщение, доклад или решение задачи на практических занятиях;
  + проверки рефератов, письменных докладов, отчетов.

**Перечень рекомендуемых средств диагностики**

Для диагностики компетенций используются следующие формы:

1. Устная форма:

* собеседования;
* коллоквиумы;
* доклады на конференциях;
* устные зачеты.

2. Письменная форма:

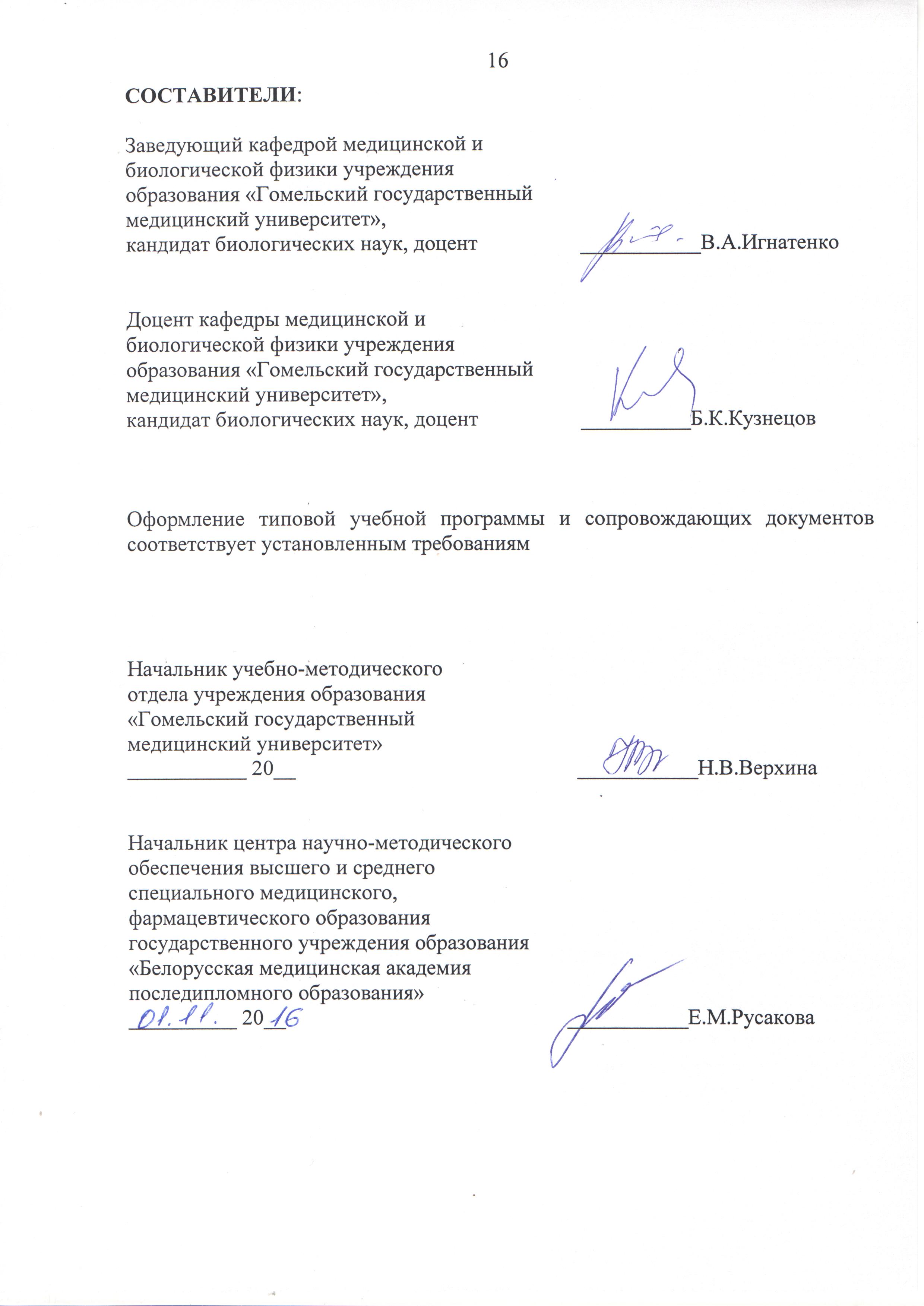
* тесты;
* контрольные опросы;
* контрольные работы;
* письменные отчеты по аудиторным (домашним) практическим упражнениям;
* письменные отчеты по лабораторным работам;
* рефераты;
* отчеты по научно-исследовательской работе;
* публикации статей, докладов;
* письменные зачеты;
* стандартизированные тесты;
* оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

3. Устно-письменная форма:

* отчеты по аудиторным практическим упражнениям с их устной защитой;
* отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой;
* отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
* зачеты;
* оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

4. Техническая форма:

* электронные тесты;
* электронные практикумы.



Сведения об авторах (разработчиках) типовой учебной программы

|  |  |
| --- | --- |
| Фамилия, имя, отчество | Игнатенко Валерий Андреевич |
| Должность, ученая степень, ученое звание | Заведующий кафедрой медицинской и биологической физики учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет»,  кандидат биологических наук, доцент |
| тел. служебный | 8 (0232) 75-52-74 |
| E-mail: | *E-mail: valeri\_ign46@mail.ru* |

|  |  |
| --- | --- |
| Фамилия, имя, отчество | Кузнецов Борис Куприянович |
| Должность, ученая степень, ученое звание | Доцент кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет»,  кандидат биологических наук, доцент |
| тел. служебный | 8 (0232) 75-52-74 |
| E-mail: |  |