



## **СОСТАВИТЕЛИ:**

Алевтина Васильевна Сидоренко, профессор кафедры физики Белорусского государственного университета, доктор технических наук, профессор;

Татьяна Петровна Янукович, доцент кафедры физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

## **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра физики Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

Игорь Серафимович Ташлыков, заведующий кафедрой экспериментальной физики Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», доктор физико-математических наук, профессор

## **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой физики Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 20 сентября 2011 года);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 30 сентября 2011 г.);

Научно-методическим советом по биологии, биохимии и микробиологии Учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию (протокол № 12 от 11 октября 2011 г.)

Ответственный за редакцию: Алевтина Васильевна Сидоренко

Ответственный за выпуск: Алевтина Васильевна Сидоренко

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по дисциплине «Физика» составлена в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования первой ступени по специальностям 1-31 01 02 «Биохимия» и 1-31 01 03 «Микробиология».

Физика является одной из фундаментальных естественных научных дисциплин. Она позволяет на основе открытых и развитых ею закономерностей расширить и углубить наши познания о природе, открывает перспективы дальнейшего развития научных направлений как в физике, так в биологии и экологии. Физические представления и методы исследований способствуют развитию таких дисциплин как молекулярная биология, генетика и ряд других.

Основная цель курса – изучение основополагающих разделов общей физики, формирующих фундаментальную и практическую подготовку биологов. Типовая программа составлена в соответствии с современным методологическим и научным содержанием курса общей физики, с учетом опыта его преподавания в ведущих вузах ближнего зарубежья.

Основными задачами изучения являются: сформировать у студентов представления о принципах и законах физики, ознакомить с основными физическими явлениями, методами их наблюдения и экспериментального исследования, сформировать у студента определенные навыки и умения экспериментальной работы с использованием современной аппаратуры и информационных технологий.

Программа курса составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным дисциплинам химического и биологического профиля («Биофизика», «Структурная биохимия», «Метаболическая биохимия», «Молекулярная биология» и др.).

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

**знать:**

- основные принципы и закономерности физических явлений механики, термодинамики, электричества, магнетизма, колебаний и волн, оптики, атомной и ядерной физики, и их математическое выражение;

- представления о физических моделях и гипотезах, границах их применений;

- методы экспериментального исследования физических явлений, измерений физических величин, алгоритмы компьютерной обработки и анализа результатов эксперимента;

**уметь:**

- применять методы теоретического и экспериментального исследований физических закономерностей при изучении специальных биологических дисциплин «Биофизика», «Биохимия», «Молекулярная биология» и других;

- использовать методы и средства количественной оценки физических закономерностей в прикладных задачах биологии;

- использовать фундаментальные законы физики и их проявления в биологических процессах и явлениях для решения конкретных задач в практической деятельности.

Преподавание курса проводится по модульному принципу с выделением пяти основных модулей (блоков):

1. Механика;
2. Молекулярная физика и термодинамика;
3. Электричество и магнетизм;
4. Оптика;
5. Строение атома и атомного ядра.

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения, реализуемые на лекционных и лабораторных занятиях;
- компетентностный подход, реализуемый на лекциях, лабораторных занятиях и при организации самостоятельной работы студентов;
- учебно-исследовательская деятельность, реализуемая на лабораторных занятиях;
- рейтинговая и блочно-модульная система оценки знаний.

При чтении лекционного курса необходимо применять наглядные материалы в виде таблиц, схем, диаграмм и демонстрационных рисунков, моделей, видеоматериалы, а также использовать компьютерные средства обучения для демонстрации слайдов, презентаций.

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

Лабораторные занятия предусматривают освоение техники выполнения физического эксперимента, методов получения из опыта физической информации и ее интерпретации, определения физических постоянных, получение навыков работы с измерительной аппаратурой, с основными принципами регистрации и автоматизированной обработки получаемой в процессе эксперимента информации и должны быть обеспечены общелабораторным и специальным оборудованием.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового компьютерного контроля по темам и разделам курса (модулям). Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

Не все вопросы, перечисленные в программе, выносятся на лекцию. В целях развития навыков работы с учебной и научной литературой студентам предлагается часть разделов описательного характера изучить самостоятельно по литературе, указанной в конце программы или на лабораторных занятиях.

Программа курса рассчитана на 220 часов, в том числе 100 часов аудиторных: 42 – лекционных, 58 – лабораторных занятий.

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
1	2	3	4	5
	Введение	1	1	–
I.	Механика			
1.1.	Введение	1	1	–
1.2.	Кинематика	5	1	4
1.3.	Основные законы динамики	1	1	–
1.4.	Динамика твердого тела	5	1	4
1.5.	Механика жидкостей и газов	6	2	4
1.6.	Колебания	1	1	–
1.7.	Волны	1	1	–
II.	Молекулярная физика и термодинамика			
2.1.	Введение	1	1	–
2.2.	Состояние вещества	1	1	–
2.3.	Основы молекулярно-кинетической теории идеальных газов	6	2	4
2.4.	Первое начало термодинамики	2	2	–
2.5.	Второе начало термодинамики	1	1	–
2.6.	Реальные газы. Жидкости. Твердые тела	5	1	4
III.	Электричество и магнетизм			
3.1.	Введение	1	1	–
3.2.	Постоянное электрическое поле	5	1	4
3.3.	Электростатическое поле при наличии проводников и диэлектриков	5	1	4
3.4.	Постоянный электрический ток	1	1	–
3.5.	Электропроводность	3	1	2
3.6.	Переменный электрический ток	6	2	4
3.7.	Постоянное магнитное поле. Магнитное поле в веществе	5	1	4
3.8.	Электромагнитные колебания и волны	6	2	4
3.9.	Электрические явления в биологических системах	2	2	–
IV.	Оптика			
4.1.	Введение	1	1	–
4.2.	Поглощение и дисперсия света	4	2	2
4.3.	Волновая оптика	6	2	4
4.4.	Квантовые свойства света	1	1	–

1	2	3	4	5
4.5.	Люминисценция. Фотоэлектрический эффект	6	2	4
V.	Строение атома и атомного ядра			
5.1.	Введение	1	1	–
5.2.	Теория атома водорода	5	1	4
5.3.	Рентгеновское излучение	1	1	–
5.4.	Элементы физики атомного ядра	3	1	2
5.5.	Радиоактивность	1	1	–
ИТОГО:		100	42	58

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### ВВЕДЕНИЕ

**Введение.** Предмет и роль физики в системе естественных наук. Значение физики для биологии, экологии и охраны окружающей среды.

### I. МЕХАНИКА

#### 1.1. ВВЕДЕНИЕ

**Введение.** Физические величины и их измерение. Единицы измерения физических величин. Система единиц СИ.

#### 1.2. КИНЕМАТИКА

**Кинематика.** Относительность механического движения. Система отсчета. Понятие материальной точки. Траектория, перемещение, путь. Скорость и ускорение. Кинематика движения по окружности. Угловая скорость и угловое ускорение.

#### 1.3. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ДИНАМИКИ

**Основные законы динамики.** Силы и взаимодействия. Первый и второй законы Ньютона. Масса как мера инертности. Третий закон Ньютона. Второй закон динамики для системы материальных точек. Закон сохранения импульса.

**Силы.** Силы тяготения. Закон всемирного тяготения. Инертная и гравитационная массы. Ускорение свободного падения. Силы упругости. Абсолютная и относительная деформация. Закон Гука. Модуль Юнга. Силы трения.

**Работа и энергия.** Работа силы. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия, ее связь с силой.

Потенциальная энергия тяготения, деформации. Закон сохранения энергии.

#### 1.4. ДИНАМИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

**Динамика твердого тела.** Поступательное и вращательное движение твердого тела. Кинетическая энергия вращения. Момент инерции. Момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса твердого тела.

#### 1.5. МЕХАНИКА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

**Механика жидкостей и газов.** Законы Паскаля и Архимеда. Движение идеальной жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Движение вязкой жидкости. Закон Ньютона. Коэффициент вязкости. Движение жидкости по трубе. Закон Пуазейля. Методы определения коэффициента вязкости. Центрифугирование. Ламинарное и турбулентное течения.

#### 1.6. КОЛЕБАНИЯ

**Колебания.** Уравнение гармонических колебаний. Амплитуда, период, частота, фаза колебаний. Сложение колебаний одного направления. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний. Понятие о разложении колебаний.

Колебания в поле упругих сил. Математический и физический маятники. Энергия гармонических колебаний. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.

Автоколебания. Колебания в биологических системах.

#### 1.7. ВОЛНЫ

**Волны.** Продольные и поперечные волны. Скорость распространения и длина волны. Фазовая и групповая скорости волны. Уравнение бегущей волны. Интерференция волн. Стоячие волны.

**Звуковые волны.** Скорость звука. Физические основы голоса и звука.

**Ультразвук и инфразвук.** Действие ультразвука и инфразвука на биологические системы. Применение ультразвука в диагностике.

### II. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

#### 2.1. ВВЕДЕНИЕ

**Введение.** Предмет молекулярной физики. Размеры и масса атомов и молекул. Агрегатные состояния вещества.

#### 2.2. СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА

**Состояние вещества.** Термодинамические параметры. Равновесные процессы для идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Клапейрона-Менделеева.

#### 2.3. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИДЕАЛЬНЫХ ГАЗОВ

**Основы молекулярно-кинетической теории идеальных газов.** Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Температура.

Статистический и термодинамический методы в физике. Распределение

Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости молекул на основе распределения Максвелла.

Среднее число столкновений. Средняя длина свободного пробега. Явления переноса. Диффузия. Закон Фика. Вязкость. Закон Ньютона. Теплопроводность. Закон Фурье. Связь между коэффициентами диффузии, вязкости и теплопроводности. Диффузионные процессы в биологии.

#### **2.4. ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ**

**Первое начало термодинамики.** Внутренняя энергия. Распределение энергии по степеням свободы. Теплота и работа. Первое начало термодинамики. Теплоемкость газов. Работа и теплоемкость газов в различных изопроцессах. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.

#### **2.5. ВТОРОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ**

**Второе начало термодинамики.** Обратимые и необратимые процессы. Циклические процессы. Понятие об энтропии. Второе начало термодинамики. Энтропия биологических систем. Понятие о синергетике.

#### **2.6. РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ. ЖИДКОСТИ. ТВЕРДЫЕ ТЕЛА**

**Реальные газы.** Силы молекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Критическое состояние.

**Жидкости.** Особенности жидкого состояния. Ближний и дальний порядок. Свободная энергия поверхности жидкости. Коэффициент поверхностного натяжения. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Смачивание. Капиллярные явления и их роль в биологических системах. Растворы. Осмос и его проявления.

**Твердые тела.** Кристаллическое строение твердых тел. Элементы симметрии кристаллов. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга-Пти. Жидкие кристаллы и их свойства.

### **III. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ**

#### **3.1. ВВЕДЕНИЕ**

**Введение.** Электромагнитные взаимодействия в природе. Основные понятия электромагнетизма. Электромагнитное поле. Закон сохранения заряда.

#### **3.2. ПОСТОЯННОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ**

**Постоянное электрическое поле.** Электростатическое поле в вакууме. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции электростатических полей. Линии вектора напряженности. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса. Работа при перемещении заряда в электростатическом поле. Потенциальность электростатического поля. Потенциал. Разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Связь между потенциалом и напряженностью электростатического поля.



### **3.3. ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ ПРИ НАЛИЧИИ ПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ**

**Электростатическое поле при наличии проводников.** Распределение зарядов на поверхности проводника. Электростатическая защита. Емкость уединенного проводника. Система проводников. Конденсаторы. Энергия электростатического поля.

**Электростатическое поле при наличии диэлектриков.** Поляризация диэлектрика. Электрический диполь во внешнем электростатическом поле. Поляризованность. Поле внутри диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость. Вектор электрического смещения. Сегнетоэлектрики. Биологическое действие электростатического поля.

### **3.4. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК**

**Постоянный электрический ток.** Сила и плотность тока. Электродвижущая сила. Законы постоянного тока. Сопротивление проводников. Работа и мощность постоянного тока. Тепловое действие тока.

### **3.5. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ**

**Электропроводность.** Классическая теория электропроводности металлов. Зависимость электропроводности металлов от температуры. Сверхпроводимость.

Элементы зонной теории проводимости твердых тел. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории.

Электронная и дырочная проводимость полупроводников. Собственная и примесная проводимости. Зависимость проводимости полупроводников от температуры. Полупроводниковые приборы и их применение.

Термоэлектрические явления. Контактная разность потенциалов. Работа выхода электронов из металлов. Эмиссионные явления и их применение.

Электрический ток в газах. Ионизация газов. Аэроионы, способы их получения и сфера применения.

### **3.6. ПЕРЕМЕННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК**

**Переменный электрический ток.** Получение синусоидального переменного тока. Закон Ома для цепей переменного тока с омическим сопротивлением, емкостью и индуктивностью. Метод векторных диаграмм. Мощность переменного тока.

### **3.7. ПОСТОЯННОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ВЕЩЕСТВЕ**

**Постоянное магнитное поле.** Магнитное взаимодействие токов в вакууме. Закон Ампера. Индукция магнитного поля. Закон Био-Саварро-Лапласа. Суперпозиция магнитных полей. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Контур с током в магнитном поле. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца. Парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.

**Магнитное поле в веществе.** Намагничивание магнетика. Магнитные моменты молекул, атомов и электронов. Вектор намагниченности. Магнитная проницаемость. Классификация магнетиков. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм. Магнитный гистерезис. Температура Кюри. Геомагнитное поле и его влияние на биосистемы.

Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Самоиндукция. Индуктивность.

### **3.8. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

**Электромагнитные колебания и волны.** Колебательный контур. Формула Томсона. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс напряжений. Добротность контура. Электромагнитные волны.

### **3.9. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

**Электрические явления в биологических системах.** Электрический ток в электролитах. Законы электролиза. Проводимость биологических тканей и жидкостей. Гальванизация и электрофорез лекарственных веществ. Действие переменного тока на организм. Импеданс тканей организма. Физический механизм действия высокочастотного электромагнитного поля на организм. Физические основы электрокардиографии.

## **IV. ОПТИКА**

### **4.1. ВВЕДЕНИЕ**

**Введение.** Электромагнитная природа света. Характеристика оптического диапазона электромагнитных волн. Особенности видимого диапазона длин волн.

### **4.2. ПОГЛОЩЕНИЕ И ДИСПЕРСИЯ СВЕТА**

**Поглощение и дисперсия света.** Электронная теория дисперсии света. Спектры. Спектральный анализ. Поглощение света. Спектры поглощения. Закон Бугера. Ультрафиолетовое и инфракрасное излучения, их свойства.

### **4.3. ВОЛНОВАЯ ОПТИКА**

**Волновая оптика.** Развитие представлений о природе света. Электромагнитная и квантовая природа света.

**Интерференция света.** Когерентность и монохроматичность световых волн. Интерференционная картина. Интерференция в тонких пленках. Полосы равного наклона и полосы равной толщины. Кольца Ньютона. Интерферометры.

**Дифракция света.** Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэгга. Рентгеноструктурный анализ.

**Поляризация света.** Поляризованный и естественный свет. Законы Малюса и Брюстера. Двойное лучепреломление. Вращение плоскости

поляризации. Оптическая активность вещества. Поляриметры. Исследование биологических систем в поляризованном свете.

#### 4.4. КВАНТОВЫЕ СВОЙСТВА СВЕТА

**Квантовые свойства света.** Тепловое излучение. Равновесное излучение. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Квантовый характер излучения. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина. Формула Планка. Источники теплового излучения в медицине. Теплопередача организма. Терморегуляция.

#### 4.5. ЛЮМИНИСЦЕНЦИЯ. ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

**Люминисценция.** Виды люминисценции. Законы люминисценции. Правила Стокса. Люминисцентный анализ.

**Фотоэлектрический эффект.** Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Фотоны. Фотоэлементы. Фотобиологические явления. Оптические методы в биологии.

### V. СТРОЕНИЕ АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА

#### 5.1. ВВЕДЕНИЕ

**Введение.** Открытие электрона. Модели атома Томсона и Резерфорда.

#### 5.2. ТЕОРИЯ АТОМА ВОДОРОДА

**Теория атома водорода.** Линейчатый спектр атома водорода. Серии Бальмера, Лаймона и Пашена. Постулаты Бора при квантовых переходах. Уровни энергии. Радиусы орбит. Момент количества движения. Квантовая теория строения атома водорода. Магнитный момент электрона в атоме. Строение электронных оболочек атомов. Магнитный момент атома. Многоэлектронные атомы. Явления магнитного резонанса. Принцип Паули. Распределение электронов по энергетическим уровням. Периодическая система элементов Менделеева.

#### 5.3. РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

**Рентгеновское излучение.** Рентгеновское излучение и его свойства. Оптические и рентгеновские спектры. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Рентгенодиагностика и рентгенотерапия. Биологическое действие рентгеновского излучения.

#### 5.4. ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ АТОМНОГО ЯДРА

**Элементы физики атомного ядра.** Размер, состав и заряд атомного ядра. Массовое и зарядовое число. Протон, нейтрон и их свойства. Изотопы.

#### 5.5. РАДИОАКТИВНОСТЬ

**Радиоактивность.** Радиоактивное излучение и его виды. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радиоактивного вещества. Детекторы ионизирующих излучений.

**Биологическое действие ионизирующих излучений.** Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Особенности действия ионизирующих излучений на биологические системы. Действие излучений на клетку. Ионизирующее излучение и генетика.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная:

1. *Сидоренко А. В., Янукович Т. П.* Физика. Мн.: БГУ. – 2004.
2. *Трофимова Т.И.* Курс физики. М.: Высшая школа. – 2003.
3. *Савельев И. В.* Курс общей физики. В четырех томах. М.: Кнорус. – 2008.
4. *Ремизов А.Н.* Медицинская и биологическая физика. М.: Высшая школа – 2002.
5. *Сидоренко А. В., Сидоренко Ю. В., Янукович Т. П.* Физика. Практикум. Мн.: БГУ. – 2005.
6. *Иродов И.Е.* Задачи по общей физике. СПб.: Лань. – 2001.

#### Дополнительная:

1. *Грабовский Р. И.* Курс физики. СПб.: Лань. – 2004.
2. *Детлаф А. А., Яворский Б. М.* Курс физики. М.: АСДЕМА. – 2008.
3. *Яворский Б. М., Детлаф А. А.* Справочник по физике. М.: Наука. – 1996.
4. Физический практикум. / Под ред. Г. С. Кембровского. Мн.: Изд. "Университетское". – 1986.
5. *Бланк А. Я.* Физика. Харьков: Каравелла. – 1996.
6. Физический практикум / Под ред. В. И. Ивероновой. М.: Физматгиз. – 1968.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Баллы	Показатели оценки
1 (один)	Отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа
2 (два)	Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых ошибок; пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
3 (три)	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых)

	задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
4 (четыре)	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные ( типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку; работа под руководством преподавателя на лабораторных занятиях, допустимый уровень исполнения заданий
5 (пять)	Достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно принимать типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
6 (шесть)	Достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
7 (семь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии (в том

	числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
8 (восемь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (в том числе техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
9 (девять)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; систематическая, активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий

10 (десять)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
----------------	--

### **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

Типовыми учебными планами специальностей 1-31 01 02 «Биохимия» и 1-31 01 03 «Микробиология» в качестве формы итогового контроля по дисциплине рекомендован экзамен. Оценка учебных достижений студента осуществляется на экзамене и производится по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.