

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по учебной работе
_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

элективной дисциплины обязательной части
Блока 1 «Дисциплины (модули)»
**«Взаимодействие физических полей
с биологическими объектами»**

Направление подготовки бакалавров 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) – Инженерное дело в медико-биологической практике

Типы задач профессиональной деятельности – проектно-конструкторский, производственно-технологический

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 20_____

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:

профессор кафедры АТП

Б.И. Масленников

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП

« ____ » _____ 20 ____ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

Б.И. Марголис

Согласовано:

Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела

комплектования

зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Взаимодействие физических полей с биологическими объектами» является приобретение студентами знаний в области особенности строения и функционирования биологических систем в условиях воздействия внешних физических полей, используемых в терапевтических и диагностических целях.

Основной целью изучения дисциплины «Взаимодействие физических полей с биообъектами» является формирование у студентов корректных представлений о процессах, происходящих в биообъекте на всех уровнях его организации в условиях воздействия на него физических полей различной природы.

Задачами дисциплины являются формирование знаний и умений, необходимых для разработки, проектирования, эксплуатации медицинских приборов, комплексов и систем.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Элективная дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса используются знания, полученные в процессе изучения дисциплин: «Физика», «Математика», «Химия», «Биохимия», «Биология человека и животных».

Приобретенные знания студент сможет использовать при изучении дисциплин, ориентированных на проектирование и эксплуатацию биотехнических систем медицинского назначения, при выполнении выпускной квалификационной работы и в ходе работы над магистерской диссертацией.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-1.1. Применяет знания естественных наук, методы математического анализа и моделирования при разработке, проектировании и конструировании биотехнических систем и медицинских изделий.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1. Особенности воздействия физических полей на биообъект, применяемых при разработке диагностических и терапевтических систем.

Уметь:

У1. Использовать ответную реакцию биообъекта на воздействие физического поля для построения прототипов инструментальных и вычислительных диагностических и терапевтических систем.

ОПК-3. Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-3.1. Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1. Методы экспериментальной работы, интерпретации и представления результатов научных исследований.

Уметь:

У1. Проектировать системы и комплексы биомедицинского назначения с учетом результатов научных исследований;

ИОПК-3.2. Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1. Особенности воздействия ультрафиолетового излучения и ультразвукового поля на биообъекты.

Уметь:

У1. Производить анализ условий для сепарации биологических объектов на клеточном и молекулярном уровнях.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных и практических занятий, самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	5	180
Аудиторные занятия (всего)		60
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		-
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		120=84+36 (экз.)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена

Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины - контрольные работы - выполнение заданий по практическим занятиям		24 20 40
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36 (экз.)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Электрические и электромагнитные поля	65	12	12	-	32+9 (экз.)
2	Рентгеновское и радиоактивное излучение	49	10	10	-	20+9 (экз.)
3	Ультрафиолетовое и лазерное излучение в медико-биологической практике. Ультразвуковое поле в диагностике и терапии	43	6	6	-	22+9 (экз.)
4	Биологический объект в гравитационном поле	23	2	2	-	10+9(экз.)
Всего на дисциплину		180	30	30	-	84+36(экз.)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «Электрические и электромагнитные поля»

Электрические свойства среды. Электромагнитное поле и электромагнитные волны. Прохождение прямоугольных импульсов через линейную цепь. Электрический импульс и импульсный ток. Взаимодействие нервных и мышечных волокон с электрическим полем. Возбуждение нерва. Дисперсия электрических параметров тканей в переменных полях. α , β и γ - дисперсия. Биологические объекты в магнитоэстатическом поле. Поглощение

энергии ЭМП в тканях и преобразование ее в тепловую. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Физические процессы в тканях при воздействии электрических полей. Подпороговые стимулы. Линейные подпороговые условия. Стимулирующий ток в начале координат. Стационарное решение. Ступенчатый импульс тока в начале координат. Общее решение, зависящее от времени. Стимулирующий подпороговый скачок тока.

МОДУЛЬ 2 «Рентгеновское и радиоактивное излучение»

Рентгеновское излучение. Тормозное рентгеновское излучение. Характеристическое рентгеновское излучение. Атомные рентгеновские спектры. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Некогерентное рассеяние (эффект Комптона). Контрастность органов. Радиоактивность, взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.

Действие ионизирующей радиации на различные биосистемы. Доза ионизирующего излучения. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений (ОБЭ). Связь ОБЭ с ЛПЭ. Границы применения концепции ОБЭ. Модификация радиочувствительности. Лучевая болезнь. Кислородный эффект в радиобиологических явлениях. Механизм биологического действия ионизирующего излучения. Принцип попадания и теория мишени. Гипотеза липидных радиотоксинов и цепных реакций. Структурно - метаболическая теория.

МОДУЛЬ 3 «Ультрафиолетовое и лазерное излучение в медико-биологической практике. Ультразвуковое поле в диагностике и терапии.»

Основные фотофизические и фотохимические превращения биосистем. Особенности УФ-излучения как биологического фактора. Фотохимические превращения биополимеров и биологических мембран. Действие УФ-излучения на белковые системы. Классификация фотобиологических реакций. Лазерная спектроскопия. Лазерные скальпели. Метод импульсного фотолиза. Биоакустика закон Вебера-Фехнера. Явление кавитации. Лечение ультразвуком. Ультразвуковая хирургия и анестезия

МОДУЛЬ 4 «Биологический объект в гравитационном поле»

Механическая работа человека. Действие перегрузки и невесомости. Ультрацентрифугирование. Скорость седиментации.

5.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены.

5.4. Практические занятия

Таблица 3. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели ПЗ	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудо- емкость в часах
Модуль 1 Цель: формирование знаний об основных понятиях предметной области на примерах биотехнических систем систем медицинского назначения.	Знакомство с функциями терапевтических и научно-исследовательских систем на примере прибора для электрофореза и установки ЭПР	12
Модуль 2 Цель: Изучение особенностей воздействия ионизирующего излучения на молекулярном и клеточном уровне организации.	Анализ устойчивости различных биологических объектов в различных условиях при воздействии на них ионизирующего излучения	10
Модуль 3 Цель: Изучение положительного и отрицательного влияния ультразвуковых волн (УЗ) и ультрафиолетового излучения (УФ) на биологические объекты различной природы.	Анализ степени отрицательного и положительного влияния УЗ и УФ в известном диапазоне длин волн на биологические объекты	6
Модуль 4 Цель: Изучение сил, действующих на биообъект в естественном гравитационном поле Земли и в искусственно созданных условиях	Анализ условий для сепарации биологических объектов на клеточном и молекулярном уровнях	2

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, текущему контролю успеваемости, контрольным работам экзамену.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Масленников, Б.И. Взаимодействие физических полей с биологическими объектами: учеб. пособие / Б.И. Масленников, Г.А. Дмитриев; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2003. - 98 с.: ил. - Библиогр.: с. 96. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-7995-0237-X: [б. ц.]. - (ID=15132-130)

2. Масленников, Б.И. Взаимодействие физических полей с биологическими объектами: учеб. пособие: в составе учебно-методического комплекса / Б.И. Масленников, Г.А. Дмитриев; Тверской государственный технический университет, Кафедра АТП. - Тверь: ТвГТУ, 2003. - (УМК-П). - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 5-7995-0237-X: 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104965>. - (ID=104965-1)

3. Жорина, Л.В. Основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами. Воздействие ионизирующего и оптического излучения: учеб. пособие для вузов: в составе учебно-методического комплекса / Л.В. Жорина, Г.Н. Змиевской; под ред. С.И. Щукина. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. - 240 с. - (Биомедицинская инженерия в техническом университете / гл. ред. серии И.Б. Федоров) (УМК-У). - Библиогр.: с. 232 - 236. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-7038-2764-7: 123 p. - (ID=71588-5)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Олейник, В.П. Основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами: учебное пособие: в составе учебно-методического комплекса / В.П. Олейник; Национальный аэрокосмический ун-т им. Н.Е. Жуковского. - Харьков: ХАИ, 2006. - (УМК-У). - Сервер. - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/105784>. - (ID=105784-1)

7.3. Методические материалы

1. Практические занятия по дисциплине "Взаимодействие физических полей с биологическими объектами": в составе учебно-методического комплекса / разработ. Г.А. Дмитриев; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП. - Тверь: ТвГТУ, 2010. - (УМК-П). - Сервер. - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104967>. - (ID=104967-1)

1.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>

4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104971>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Взаимодействие физических полей с биологическими объектами» используются слайд-шоу, иллюстрирующие содержание лекций примерами, выполненными в экспертной оболочке КАРРА РС. Для их демонстрации используется проектор.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием ЭВМ.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Радиоактивность. Взаимодействие излучения с веществом.
2. Меняется ли спектральный состав рентгеновского излучения при изменении тока накала катода рентгеновской трубки? Почему?
3. Некогерентное рассеяние (эффект Комптона). Контрастность органов.
4. Тормозное рентгеновское излучение Характеристическое рентгеновское излучение. Атомные рентгеновские спектры
5. Ультрацентрифугирование. Скорость седиментации.
6. Взаимодействие нервных и мышечных волокон с электрическими полями.
7. В чем отличия живой биологической ткани от мёртвой? Как это определить в лабораторных условиях?
8. Стимулирующий подпороговый скачок тока. Реобазы.
9. Ультразвук в медицине.
10. Ультразвуковая хирургия и анестезия.
11. Частотный диапазон лазерного излучения, используемого в медицине, лежит в пределах от 30 000 ГГц до 1 500 000 ГГц. Найдите соответствующие границы диапазона длин волн.
12. Суть метода ЭПР.
13. Лечение ультразвуком.
14. Сравните энергию квантов лазерного излучения со следующими длинами волн: а) офтальмология («приваривание» сетчатки), $\lambda=0,514$ мкм; б) терапия, $\lambda = 0,63$ мкм.
15. Суть метода ЯМР.
16. Методы электрофореза.
17. Взаимодействие нерва с электрическим полем. Возбуждение нерва.
18. Свободные радикалы в биологических объектах, методы их определения.
19. В вакууме $A=n/\sin(u/2)$ – числовая апертура, u – угловая апертура.
20. Ультрацентрифугирование. Скорость седиментации.
21. Взаимодействие нервных и мышечных волокон с электрическими полями.
22. Лучевая болезнь. Модификация радиочувствительности.
23. Механическая работа человека Действие перегрузки и невесомости.
24. Действие ионизирующей радиации на различные биосистемы.
25. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений (ОБЭ). Границы применения концепции ОБЭ.
26. Чем объясняется различие времен флуоресценции и фосфоресценции?

27. Провести оценку поглощенной и экспозиционной дозы, полученных жителями некоего города в течение года, при известном радиационном фоне.
28. Доза ионизирующего излучения. Величина доз γ -излучения, вызывающая 50%-ную смертность
29. Что такое гальванизация и электрофорез в медицине (в чем отличия)?
30. Почему спектр тормозного рентгеновского излучения является сплошным?
31. Почему форма спектра фотолюминесценции не зависит от длины волны возбуждающего света?
32. Фотохимические превращения биополимеров и биомембран.
33. Действие УФ-излучения на белковые системы.

Задачи

1. Нормальный глаз человека на расстоянии наилучшего зрения различает две точки, удаленные одна от другой на 70 мкм. Размер изображения на сетчатке в этом случае равен среднему расстоянию между двумя колбочками. Оцените предел разрешения глаза, принимая диаметр зрачка $d=2$ мм, а длину волны $\lambda = 555$ нм.

При решении использовать формулу $z = 0,5 \frac{\lambda}{n \sin\left(\frac{u}{2}\right)} = 0,5 \frac{\lambda}{A}$, λ – длина волны в вакууме,

$A = n/\sin(u/2)$ – числовая апертура, u – угловая апертура.

2. Определить время полувосстановления флюоресценции составляет, а коэффициент диффузии рецептора при фотоотбеливании составляет $5 \cdot 10^{-9}$ см²/с, при радиусе лазерного луча равен 10^{-3} мм?
3. Лучевая болезнь. Модификация радиочувствительности.
4. Механическая работа человека Действие перегрузки и невесомости.
5. Найдите потенциал поля, созданного диполем в точке А, удаленной на расстояние $r = 0,5$ м в направлении под углом $\alpha = 30^\circ$ относительно электрического момента p диполя (см.рис.1). Среда – вода. Диполь образован зарядами $q = 2 \cdot 10^{-7}$ Кл, расположенными на расстоянии $l = 0,5$ см.
6. Действие ионизирующей радиации на различные биосистемы.
7. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений (ОБЭ). Границы применения концепции ОБЭ.
8. Чем объясняется различие времен флуоресценции и фосфоресценции?
9. Как изменится квантовый выход люминесценции вещества, и при той же интенсивности люминесценции интенсивность поглощенного света увеличивается на 30%?
10. Провести оценку поглощенной и экспозиционной дозы, полученных жителями некоего города в течение года при известном радиационном фоне.
11. При лечении невралгии на плечевой сустав наложены электроды, соединенные с аппаратом для гальванизации. Плотность тока должна быть $0,4$ мА/см² площади активного электрода. Суммарный ток не должен превышать 200 мА. Какова должна быть площадь активного

- электрода? Какой заряд пройдет через тело при времени процедуры 25 мин?
12. Доза ионизирующего излучения. Определить величины доз γ -излучения, вызывающих 50%-ную смертность.
 13. Во сколько раз уменьшится сопротивление полупроводника при увеличении температуры на 10%, если его начальная температура $t = 27^\circ\text{C}$, ширина запрещенной зоны $\Delta E_3 = 0,6 \text{ эВ}$?
 14. Определите квантовый выход люминесценции вещества, если его оптическая плотность равна 0,05, а интенсивность люминесценции в 15 раз меньше интенсивности возбуждающего света.
 15. Что такое гальванизация и электрофорез в медицине (в чем отличия)?
 16. Почему спектр тормозного рентгеновского излучения является сплошным?
 17. Почему форма спектра фотолюминесценции не зависит от длины волны возбуждающего света?
 18. С помощью электрофореза в область повреждения кожного покрова вводится антибиотик – бензилпенициллина натриевая соль. Определить знак заряда основного и вспомогательного электрода?
 19. Фотохимические превращения биополимеров и биомембран.
 20. Действие УФ-излучения на белковые системы.
 21. Как определить активный электрод при электрофорезе?
 22. Интенсивность света, прошедшего через раствор некоторого вещества, уменьшилась в 10 раз. Молярный показатель поглощения на данной длине волны равен $2300 \text{ л}/(\text{моль см})$, длина кюветы с раствором равна 1 см. Найдите молярную концентрацию растворенного вещества

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочных данных. Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом курсовая работа (проект) по дисциплине не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечены электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) – Инженерное дело в медико-биологической практике

Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Дисциплина «Взаимодействие физических полей с биологическими объектами»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

Взаимодействие нервных и мышечных волокон с электрическими полями.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

Провести оценку поглощенной и экспозиционной дозы, полученных жителями некоторого города в течение года при известном радиационном фоне.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Во сколько раз уменьшится сопротивление полупроводника при увеличении температуры на 10%, если его начальная температура $t = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$, ширина запрещенной зоны $\Delta E_3 = 0,6\text{ эВ}$?

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: проф. кафедры АТП _____ Б.И. Масленников

Заведующий кафедрой: _____ Б.И. Марголис