

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

дисциплины обязательной части
Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Физика биологических процессов»

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 дисциплины «Физика биологических процессов» является приобретение студентами знаний в области применения физических законов при исследовании биологических объектов и их элементов различного уровня организации: от молекулярного до органного; общих физических свойств, принципов, на которых основываются физические и физико-химические процессы, протекающие в этих объектах, лежащие в основе их функционирования.

Основной целью изучения дисциплины «Физика биологических процессов» является формирование у студентов корректных представлений о физических процессах, проходящих в биообъекте на всех уровнях его организации в условиях их взаимодействия с внешней средой.

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

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к основной части Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса используются знания, получаемые студентами в процессе изучения дисциплин: «Физика», «Математика», «Биология человека и животных», «Биохимия».

Приобретенные знания необходимы в дальнейшем при изучении дисциплин, ориентированных на проектирование и эксплуатацию биотехнических систем медицинского назначения, при выполнении выпускной квалификационной работы, 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 физических и физико-химических процессов, протекающих в биообъектах, применяемых при разработке диагностических и терапевтических систем.

Уметь:

У1. Использовать ответную реакцию биообъекта на внешние и внутренние стимулирующие воздействия при проектировании 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.

Знать:

З1. Особенности построения биологического объекта, физических основ его функционирования, лежащих в основе проектирования устройств, приборов, систем и комплексов биомедицинского и экологического назначения.

Уметь:

У1. Проектировать устройства, приборы, системы и комплексы биомедицинского и экологического назначения с учетом заданных требований;

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

Знать:

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

Уметь:

У1. Проектировать устройства, приборы, системы и комплексы биомедицинского и экологического назначения с учетом заданных требований.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение практических работ; 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	4	144
Аудиторные занятия (всего)		60
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		84=48+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:		
- контрольные работы		24
- подготовка к практическим занятиям		24
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	Общие понятия и представления молекулярной биофизики	23	9	4	-	1+9 (экз.)
2	Физика формирования и распространение нервного импульса	44	8	14	-	13+9 (экз.)
3	Механические свойства биологических тканей. Физика сердечно-сосудистой системы	44	8	8	-	19+9 (экз.)
4	Физика зрительного и слухового аппарата. Физика желудочно-кишечного тракта	33	5	4	-	15+9 (экз.)
Всего на дисциплину		144	30	30	-	48+36 (экз.)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 « Общие понятия и представления молекулярной биофизики»

Биополимеры, их строение, физико-химические свойства, репродукция и роль в построении биосистем. Биологические мембраны, строение физические основы их функционирования, роль в формировании электрического потенциала клеток, тканей и органов.

МОДУЛЬ 2 «Физика формирования и распространение нервного импульса»

Уравнения Нернста, Ходжкина-Катца. Математическая модель распространения нервного импульса (электрического потенциала) вдоль аксона. Модель Ходжкина–Хаксли.

МОДУЛЬ 3 «Механические свойства биологических тканей. Физика сердечнососудистой системы»

Анализ влияния состава биологических тканей на их механические свойства и функциональные особенности органов и систем биообъекта.

МОДУЛЬ 4 «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.

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: Изучение особенностей построения, репродукции и функционального назначения основных молекулярных структур биообъекта	Изучение строения ДНК, РНК, белковых молекул, полисахаридов, а также ионного состава цито- и аксоплазмы и их участия в метаболизме на клеточном уровне организации биологического объекта	4
Модуль 2 Цель: Изучение условий формирования электрического потенциала в клетках и органах и его распространения в организмах разного уровня организации.	Анализ уравнений Нернста, Ходжкина-Катца и уравнения Ходжкина-Хаксли, описывающих формирование и проведение электрического импульса в организме	14
Модуль 3 Цель: Изучение механических свойств биологических тканей, строения и функций сердечнососудистой системы	Анализ влияния состава биологических тканей на их механические свойства и функциональные особенности органов и систем биообъекта	8
Модуль 4 Цель: Изучение строения и функций зрительного и слухового анализаторов	Изучение особенностей восприятия и передачи световых и звуковых раздражителей сенсорными органами	4

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. Волькенштейн, М.В. Биофизика: учеб. пособие: в составе учебно-методического комплекса / М.В. Волькенштейн. - 4-е изд.; стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (УМК-У). - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-8114-0851-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168433>. - (ID=114943-0)

2. Ремизов, А.Н. Учебник по медицинской и биологической физике: учебник по физике для мед. вузов / А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко. - 8-е изд.; стер.- М.: Дрофа, 2008. - 559 с.: ил. - (Высшее образование). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-358-04435-7: 181 р. 80 к. - (ID=71942-5)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Антонов, В.Ф. Биофизика: учеб. пособие для вузов: в составе учебно-методического комплекса / В.Ф. Антонов, А.М. Черныш, В.И. Пасечник; под ред. В.Ф. Антонова. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва: ВЛАДОС, 2003. - 287 с.: ил. - (Учебник для вузов) (УМК-У).- Библиогр.: с. 283 - 284.- Текст: непосредственный. - ISBN 5-691-01037-9 : 61 р. 75 к. - (ID=14899-6)

2. Биофизика для инженеров: учеб. пособие для вузов по спец. 65390 - "Биомедицинская техника" и напр. 553400- "Биомедицинская инженерия": в 2 т. Т.1: Биоэнергетика, биомембранология и биологическая электродинамика / Е.В. Бигдай [и др.]. - М. : Горячая линия -Телеком, 2008. - 493 с. - Библиогр.: с. 471 - 472. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9912-0050-9: 361 р. - (ID=76246-6)

3. Биофизика для инженеров: учеб. пособие для вузов по спец. 65390 - "Биомедицинская техника" и напр. 553400-"Биомедицинская инженерия": в 2 т. Т. 2: Биомеханика, информация и регулирование в живых системах / Е.В. Бигдай [и др.]. - М.: Горячая линия -Телеком, 2008. - 455 с. - Библиогр.: с. 436. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-9912-0050-9 : 350 р. - (ID=76247-6)

4. Биофизика для инженерных специальностей: учебное пособие: в 2 т. Т. 2: Биомеханика, информация и регулирование в живых системах / Е.В. Бигдай [и др.]; под редакцией С.П. Вихрова, В.О. Самойлова. - Рязань : РГРТУ, 2021. - 457 с. - ЭБС Лань.- Текст: электронный.- URL: <https://e.lanbook.com/book/168154>. - (ID=143779-0)

5. Биофизика для инженерных специальностей: учебное пособие: в 2 т. Т. 1: Биоэнергетика, биомембранология и биологическая электродинамика / Е.В. Бигдай [и др.]; под редакцией С.П. Вихрова, В.О. Самойлова. - Рязань : РГРТУ, 2021. - 493 с. - Библиогр.: с. 471 - 472. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168153>. - (ID=143778-0)

7.3. Методические материалы

1. Блохина, М.Е. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике: учеб. пособие для студентов вузов / М.Е. Блохина, И.А. Эссаулова, Г.В. Мансурова; под ред. А.Н. Ремизова. - 3-е изд.; стер. - Москва: Дрофа, 2002. - 285 с. : ил. - (Высшее образование). - Текст: непосредственный. - ISBN 5-7107-5458-7: 73 р. 36 к. - (ID=22286-4)

7.4. 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/116601>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Физика биологических процессов» используются слайд-шоу, иллюстрирующие содержание лекций примерами, выполненными в экспертной оболочке KAPPA PC. Для их демонстрации используется проектор.

Практические занятия и лабораторные работы проводятся в компьютерных классах ХТ-201 на персональных компьютерах с лицензионным программным обеспечением Microsoft Windows и Microsoft Office 2007.

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 1. 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. Уравнение распространения нервного импульса на участке аксона.
2. Как определить разность потенциалов между цитоплазмой и межклеточной жидкостью?
3. Найти условия, при которых сформируется потенциал действия, если рН цитоплазмы равен 5,5.
4. Строение белковой молекулы. Молекулярные и надмолекулярные структуры белка.
5. Привести вывод уравнения Ходжкина-Хаксли для мембранного тока на участке аксона.
6. Рассчитать равновесный потенциал на мембране клетки, если концентрация катионов калия внутри клетки в 2 раза больше, чем снаружи?
7. Строение молекулы нуклеиновых кислот (ДНК, РНК). Молекулярные и надмолекулярные структуры НК.

8. Эквивалентная электрическая схема участка аксона. Формула для коэффициента проницаемости мембраны.
9. Определить мембранный потенциал клетки человека, если рН внутри клетки 6,8, а снаружи 8,4?
10. Синтез белка в клетке. Строение мышечного волокна.
11. Эквивалентная электрическая схема участка аксона. Формула для коэффициента проницаемости мембраны.
12. Определить мембранный потенциал клетки человека, если рН внутри клетки 6,0, а снаружи 8,0?
13. Азотистые основания РНК, ДНК (название, строение).
14. Вывод соотношения, соответствующего равновесию Доннана.
15. Привести схему расчета мембранного потенциала для одного двух и трех видов ионов.
16. Первичная, вторичная и третичная структура белка.
17. Причины уменьшения энергии иона в мембране по Маркину, Пастушенко.
18. Подвижность ионов натрия составляет 5,2 мкм/с см /В, подвижность ионов хлора $-U_{Cl} = 7,9$ мкм/с см /В. Концентрация ионов натрия внутри клетки 0,03 ммоль/л, а снаружи 0,120 ммоль/л. Определить разность потенциалов (мембранный потенциал).
19. Правило Чарграффа. Виды РНК.
20. Ионные токи на участке аксона (схема с объяснением).
21. Эквивалентная схема элемента возбудимой мембраны нервного волокна.
22. Потенциал покоя нервного волокна кальмара равен -60 мВ, а потенциал действия +35 мВ. Вследствие чего происходит такое изменение мембранного потенциала?
23. Строение клетки.
24. Уравнение для мембранного тока на участке аксона Ходжкина и Хаксли (вывод).
25. Концентрация ионов натрия внутри клетки 0,03 ммоль/л, а снаружи 0,120 ммоль/л. Определить разность потенциалов (мембранный потенциал)?
26. Среднее время диффузии сигнальной молекулы к мишени радиуса a в области пространства радиуса b (для одномерного, двумерного, трехмерного пространства)
27. Концентрация ионов натрия внутри клетки 0,03 ммоль/л, а снаружи 0,120 ммоль/л. Определить разность потенциалов (мембранный потенциал)?
28. Схема ионных токов на участке аксона Эквивалентная схема элемента возбудимой мембраны нервного волокна
29. Провести сравнительный анализ механических свойств биологических тканей (костная ткань, мышцы, кожа)
30. Определите равновесный мембранный потенциал митохондрий, если при 37°C внутри митохондрий рН = 9, а в окружающей среде 7?
31. Строение саркомера, мышечных волокон (поперечный, продольный разрез).
32. Привести вывод системы уравнений движения крови по кровеносному руслу крупных кровеносных сосудов.

33. Какое расстояние пройдет молекула белка в плоскости липидной мембраны за 1 мин., если коэффициент латеральной диффузии ее $4 \cdot 10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$?
34. Различия свойств Ньютоновских жидкостей от крови.
35. Привести систему дифференциальных уравнений для расчёта параметров мышечного волокна.
36. Определить вязкость крови, при ламинарном движении $Re = 2200$, если линейная скорость составляет в сосуде радиуса 0,3 см составляет $3 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$?
37. Модель кровеносной системы. Эквивалентная электрическая схема кровеносной системы.
38. Модель Франка
39. Сколько нуклеотидов содержится в рРНК, если их $MM = 10^6 \text{ у.е.}$, а $MM_H = 224 \text{ у.е.}$
40. Режимы течения крови.
41. Привести систему дифференциальных уравнений для расчёта параметров мышечного волокна.
42. Сколько нуклеотидов содержится в рРНК, если их $MM = 10^6 \text{ у.е.}$, а $MM_H = 224 \text{ у.е.}$?
43. Режимы течения крови.
44. Привести систему дифференциальных уравнений для расчёта параметров мышечного волокна.
45. Определить время полувосстановления флюоресценции составляет, а коэффициент диффузии рецептора при фотоотбеливании составляет $5 \cdot 10^{-9} \text{ см}^2/\text{с}$, при радиусе лазерного луча равен 10^{-3} мм ?
46. Живые системы как термодинамически открытые системы.
47. Термодинамика механохимических процессов.
48. Подвижность ионов натрия составляет $5,2 \text{ мкм/с см/V}$, подвижность ионов хлора $-U_{Cl} = 7,9 \text{ мкм/с см/V}$. Концентрация ионов натрия внутри клетки $0,03 \text{ ммоль/л}$, а снаружи $0,120 \text{ ммоль/л}$. Определить разность потенциалов (мембранный потенциал)?
49. Структура органов зрения. Строение сетчатки.
50. Цветовое зрение.
51. Какое расстояние пройдет молекула белка в плоскости липидной мембраны за 1 мин., если коэффициент латеральной диффузии ее $4 \cdot 10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$?
52. Привести систему дифференциальных уравнений для расчёта параметров мышечного волокна.
53. Цветовое зрение.
54. Определить вязкость крови, при ламинарном движении $Re = 2200$, если линейная скорость составляет в сосуде радиуса 0,3 см составляет $3 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$?
55. Физические основы электрокардиографии.
56. Электроэнцефалография (ЭЭГ).
57. Сколько нуклеотидов содержится в ДНК, если их $MM = 10^9 \text{ у.е.}$, а $MM_H = 224 \text{ у.е.}$?
58. Физические основы электрокардиографии.
59. Электроэнцефалография (ЭЭГ).
60. Различия свойств Ньютоновских жидкостей от крови.

61. Привести вывод системы уравнений движения крови по кровеносному руслу крупных кровеносных сосудов.
62. Определить вязкость крови, при ламинарном движении $Re = 2200$, если линейная скорость составляет в сосуде радиуса 0,3 см составляет $3 \cdot 10^{-3}$ м/с?
63. Уравнение распространения нервного импульса на участке аксона.
64. Как определить разность потенциалов между цитоплазмой и межклеточной жидкостью?
65. Найти условия, при которых сформируется потенциал действия, если рН цитоплазмы равен 5,5.

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 предусмотрена.

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 «Физика биологических процессов»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

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

Эквивалентная схема элемента возбудимой мембраны нервного волокна.

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

Какое расстояние пройдет молекула белка в плоскости липидной мембраны за 1 мин., если коэффициент латеральной диффузии ее $4 \cdot 10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$?

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

Определить мембранный потенциал клетки человека, если рН внутри клетки 6,8, а снаружи 8,4?

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