

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.09.2025 12:05:42
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bf598f5b6c577a486b9a8788b8522525



МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики
Фонд оценочных средств по дисциплине «Биофизика» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика»
направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)
Биофизика**

Направление подготовки (специальность)
03.03.02 Физика

Направленность (профиль)
Физика

Присваиваемая квалификация (степень)
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Челябинск, 2025 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Биофизика» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика»
направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 2

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Биофизика» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика»
направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль): Физика

Дисциплина: Биофизика

Семестр: 7

Форма промежуточной аттестации: зачет

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется с использованием балльно-рейтинговой системы.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Биофизика» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физико-математических и (или) естественных наук; ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физико-математических и (или) естественных наук; ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, законов физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности.	<u>Знать</u> : Для достижения ОПК-1.1: базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях биофизики; основные приемы, необходимые для решения профессиональных задач в области физики и смежных с ней естественнонаучных дисциплин; <u>Уметь</u> : Для достижения ОПК-1.2: решать типовые учебные задачи по биофизике; <u>Владеть</u> : Для достижения ОПК-1.3: навыками использования теоретических основ биофизики при решении



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Биофизика» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

конкретных физических и смежных задач

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1	ОПК-1 <u>Знать:</u> Для достижения ОПК-1.1: базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях биофизики; основные приемы, необходимые для решения профессиональных задач в области физики и смежных с ней естественнонаучных дисциплин; <u>Уметь:</u> Для достижения ОПК-1.2: решать типовые учебные задачи по биофизике; <u>Владеть:</u> Для достижения ОПК-1.3: навыками использования теоретических основ биофизики при решении конкретных физических и смежных задач	Введение. Предмет и методы биофизики		Вопросы к зачету (№ 1)
		Молекулярная биофизика	Задачи к практическим занятиям (тема 1) Реферативная работа	Вопросы к зачету (№ 17-19)
		Биофизика клетки. Биофизика мембран	Задачи к практическим занятиям (темы 2-3), контрольная работа, реферативная работа	Вопросы к зачету (№ 7-10)
		Механохимические, электрические, фотобиологические процессы в биологических объектах	Задачи к практическим занятиям (тема 4), контрольная работа, реферативная работа	Вопросы к зачету (№ 11-16)
		Простейшие математические модели биологических процессов	Задачи к практическим занятиям (темы 5-6), контрольная работа, реферативная работа	Вопросы к зачету (№ 1-6)
Элементы теории эволюции. Экологические системы. Биологические часы. Взаимодействие с окружающей средой	Реферативная работа	Вопросы к зачету (№ 20-23)		

3.2 Содержание оценочных средств

Типовые задания к практическим занятиям

Тема 1. Молекулярная биофизика

(В.А. Осипов Сборник задач по биофизике. М.: Книжный дом "Университет" (КДУ) 2011. – 21 с.)

1. Определить минимальное возможное расстояние между нековалентно связанными парами атомов и молекул, а также энергию в точке минимума. Параметры потенциала Ленарда-Джонса приведены в таблице 1 (см. приложение).
2. Рассчитать энергии всех возможных видов слабых взаимодействий между



различными типами атомов и молекул, физические характеристики которых приведены в таблицах 2 и 3 (см. приложение).

3. Как изменится объем белка, представляющего собой –спираль длиной 45 нм и диаметром 1,1 нм, после его полной денатурации? Среднюю длину статистического сегмента принять равной 5 нм.
4. Средняя длина молекулы ДНК, входящей в состав одной хромосомы человека составляет 4,3 см. Представим, что ДНК –статистический клубок. Определить характерный объём такого клубка и сравнить его с размером клетки. Так почему же молекулы ДНК плотно упакованы в хромосомах?
5. Рассчитать количество информации, закодированное последовательностью n нуклеотидов в цепи ДНК и в первичной структуре белка, состоящего из m аминокислот. Сделать оценку при $n= 600$ и $m= 200$.
6. В теле человека представлено около 10^{13} клеток. Считаем, что все они уникальны (нельзя переставлять). Определить количество информации, необходимое для построения организма, и соответствующее изменение энтропии.

Тема 2. Термодинамика биологических процессов

(А.Б. Рубин Сборник задач по биофизике. М.: Книжный дом "Университет" (КДУ) 2011. 184 с.)

1. Известно, что при окислении 1 моля глюкозы получается 38 молей АТФ. Оценить эффективность (в %) процесса окисления глюкозы, если известно, что для реакции сжигания $C_6H_{12}O_6$ $\Delta G = -2882$ кДж/моль, а при синтезе 1 моля АТФ из АДФ затрачивается 31,4 кДж.
2. Изменение свободной энергии при молочнокислом брожении и при полном окислении глюкозы составляет -218 и -2882 кДж/моль соответственно. Сколько молекул АТФ может быть синтезировано при распаде одной молекулы глюкозы в анаэробных и аэробных условиях, если изменение свободной энергии реакции синтеза АТФ равно 31,4 кДж/моль и КПД превращения энергии в клетке 100%.
3. Для поддержания постоянной температуры тела человеческий организм теряет энергию путем испарения воды с поверхности тела. Какова масса воды, которую испаряет организм, если необходимо выделить 10^4 кДж энергии в день, образующейся в результате метаболических процессов? Удельная теплота испарения воды составляет 2,2 кДж/г.
4. Спортсмен массой 70 кг для поддержания постоянной температуры тела выделяет 600 кДж за один час тренировки. На сколько градусов изменилась бы температура тела за один час, если бы организм был изолированной системой? Принять теплоемкость тела равной $4,2$ Дж $g^{-1} K^{-1}$.
5. Найдите работу $Na^+ - K^+ - АТФазы$ по переносу 3 молей Na^+ из клетки и 2 молей K^+ в клетку через плазматическую мембрану при $37^\circ C$, если их концентрации внутри клетки составляют 46 и 340 мМ, а снаружи - 460 и 10 мМ соответственно. Потенциал на мембране равен -60 мВ ($\varphi_{внутри} - \varphi_{снаружи}$).
6. Работа $Na^+ - K^+ - АТФазы$ по переносу 3 молей Na^+ из клетки и 2 молей K^+ в клетку через плазматическую мембрану при $37^\circ C$ равна 40 кДж. Концентрации ионов



Na^+ и K^+ внутри клетки составляют 15 мМ и 160 мМ, а снаружи - 150 и 4 мМ соответственно. Чему равен потенциал на мембране ($\phi_{\text{внутри}}$ - $\phi_{\text{снаружи}}$)?

- Известно, что для реакции связывания АТФ с миозином ΔG с увеличением температуры от 273 до 285 К практически не изменяется. Определите ΔS этой реакции при 285 К, если ΔH и ΔS при 273 К составляют -57,1 кДж/моль и -86 Дж/(моль К) соответственно, а ΔH при 285 К -73,1 кДж/моль.
- а) Вычислить изменение энтропии при нагревании 100 г воды от 0 до 15 °С.
б) При какой температуре находилось 2 моля воды в сосуде, если при ее нагревании до 100 °С энтропия увеличилась на 23,5 Дж/К?
в) Определить изменение энтропии в процессе таяния 1 моля льда при 0 °С и последующем нагревании образующейся воды до 100 °С.
г) Определить изменение энтропии в процессе превращения 1 моля воды в пар при температуре кипения и последующем нагревании пара до 150 °С.

Тема 3. Биофизика мембраны

(В.А. Осипов Сборник задач по биофизике. М.: Книжный дом "Университет" (КДУ) 2011. – 21 с.)

- Концентрация ионов (ммоль/л) между двумя сторонами клеточной мембраны в мышце лягушки имеет следующее значение: Na (120/9,2), K (2,5/140), Cl (120/3–4), где цифры относятся к внешней/внутренней стороне мембраны, соответственно. Определить разность потенциалов на мембране в случае пассивного транспорта каждого типа ионов. Дать сравнительный анализ при условии, что экспериментальная величина составляет -90мВ.
- Концентрация ионов (ммоль/л) между двумя сторонами клеточной мембраны в аксоне кальмара имеет следующее значение: Na (460/50), K (10/400), Cl (540/40–100), Ca (10/0,4), Mg (53/10), где цифры относятся к внешней/внутренней стороне мембраны, соответственно. Определить разность потенциалов на мембране в случае пассивного транспорта каждого типа ионов. Дать сравнительный анализ при условии, что экспериментальная величина составляет -60мВ.
- Концентрация ионов (ммоль/л) на внешней стороне клеточной мембраны в мышце лягушки имеет следующее значение: Na =125, K=2,5, Cl=120. Определить концентрацию ионов (в случае пассивного транспорта) на внутренней стороне клеточной мембраны, если разность потенциалов на мембране составляет -94мВ.
- Концентрация ионов (ммоль/л) на внутренней стороне клеточной мембраны в аксоне кальмара имеет следующее значение: Na=70, K=360, Cl=160, Ca= 0,4, Mg=10. Определить концентрацию ионов (в случае пассивного транспорта) на внешней стороне клеточной мембраны, если разность потенциалов на мембране составляет -60мВ.
- Определить толщину липидной части мембраны если известно, что удельная емкость мембраны $C_{\text{уд}}=0,5 \cdot 10^{-2} \text{Ф/м}^2$.
- Какое количество ионов должно выйти из клетки, чтобы создать разность потенциалов -90мВ? Считать, что радиус клетки $r= 10$ мкм, удельная емкость мембраны $C_{\text{уд}}=10^{-2} \text{Ф/м}^2$.
- Используя формулу Борна, определить затраты энергии (на 1 моль), необходимые для проникновения иона в липидный слой мембраны. Считать: радиус иона



- $a=0,1$ нм, диэлектрическая проницаемость воды $\epsilon=81$, диэлектрическая проницаемость липидного слоя $\epsilon_{л}=2$.
8. Определить затраты энергии (на 1 моль), необходимые для проникновения ионофора в липидный слой мембраны. Считать: радиус иона $a=0,1$ нм, радиус переносчика $b=1$ нм, диэлектрическая проницаемость внутренней сферы комплексона $\epsilon=60$, диэлектрическая проницаемость липидного слоя $\epsilon_{л}=2$.
 9. Определить затраты энергии (на 1 моль), необходимые для проникновения иона в липидный слой мембраны через пору. Считать: радиус иона $a=0,1$ нм, диаметр поры $b=1$ нм, диэлектрическая проницаемость поры $\epsilon=80$, диэлектрическая проницаемость липидного слоя $\epsilon_{л}=2$.
 10. Используя формулу Борна, определить диэлектрическую проницаемость липидного слоя ($\epsilon_{л}$), если затраты энергии, необходимые для проникновения иона в липидный слой мембраны, составляют 280 кДж/моль. Считать: радиус иона $a=0,1$ нм, диэлектрическая проницаемость воды $\epsilon=81$.
 11. Определить диэлектрическую проницаемость внутренней сферы комплексона, если затраты энергии, необходимые для проникновения ионофора в липидный слой мембраны, составляют 20 кДж/моль. Считать: радиус иона $a=0,1$ нм, радиус переносчика $b=1$ нм, диэлектрическая проницаемость липидного слоя $\epsilon_{л}=2$.
 12. Определить диаметр поры при проникновении иона в липидный слой мембраны, если затраты энергии, необходимые для проникновения через пору составляют 50 кДж/моль. Считать: радиус иона $a=0,1$ нм, диэлектрическая проницаемость поры $\epsilon=80$, диэлектрическая проницаемость липидного слоя $\epsilon_{л}=2$.

(А.Б. Рубин Сборник задач по биофизике. М.: Книжный дом "Университет" (КДУ) 2011. 184 с.)

13. Найдите среднюю величину смещения $\langle x \rangle$ молекулы формамида в воде и в растворе сахарозы за 1 мин, если коэффициенты диффузии этого вещества в воде и сахарозе составляют соответственно $1,6 \cdot 10^{-5}$ и $0,3 \cdot 10^{-5}$ см²/с.
14. Определите коэффициент диффузии эритрита в воде, если средняя величина смещения его молекулы составляет 40 мкм за 1 с.
15. Чему равен поток формамида через мембрану толщиной 8 нм, если коэффициент диффузии составляет $1,4 \cdot 10^{-8}$ см²/с, концентрация по одну из сторон мембраны равна $2 \cdot 10^{-4}$ М, а по другую сторону мембраны — в десять раз меньше?
16. Бислойная липидная мембрана (БЛМ) толщиной 10 нм разделяет два отсека, содержащих растворы метиленового синего в концентрациях 10^{-2} и $2 \cdot 10^{-3}$ М. По изменениям окраски одного из растворов установлено, что поток красителя через БЛМ равен $3 \cdot 10^{-7}$ моль·см⁻²·с⁻¹. Определите коэффициент диффузии метиленового синего в мембране.
17. Найдите коэффициент проницаемости плазматической мембраны для формамида, если разность концентраций этого вещества по разные стороны мембраны составляет 0,05 М, а поток через мембрану - $2,4 \cdot 10^{-8}$ моль·см⁻²·с⁻¹.
18. Рассчитайте характерную толщину двойного электрического слоя для растворов NaCl с концентрациями 10^{-5} и 10^{-3} М.



Тема 4. Механохимические, электрические, фотобиологические процессы в биологических объектах

(В.А. Осипов Сборник задач по биофизике. М.: Книжный дом "Университет" (КДУ) 2011. – 21 с.)

1. Рассчитать ток, втекающий в аксон кальмара при формировании нервного импульса. Считать, что диаметр аксона кальмара равен 30 мкм, толщина мембраны аксона составляет 10 нм, удельное сопротивление аксоплазмы равно 50 Ом·см, мембраны — $5 \cdot 10^3$ Ом·см, потенциал действия равен 40 мВ.
2. Определить характер стационарного режима при равномерном скольжении нитей в миофибрилле согласно модели Дещеревского. Нарисовать зависимости $n(t)$, $m(t)$, где n (m) есть число тянущих (тормозящих) мостиков, соответственно.
3. Определить внешнюю нагрузку, при которой мышца совершает максимальную работу (оптимальный режим) при сокращении.
4. Определить параметры элементарного цикла мышечного сокращения: f – силу мостика, L – длину зоны, в которой мостик развивает тянущую силу, t – время, если известно, что максимальное напряжение икроножной мышцы лягушки составляет $P_0 = 30$ Н/см², максимальное число мостиков в мышечном слое с поперечным сечением 1 см² есть $n_0 = 10^{13}$, энергия гидролиза одной молекулы АТФ $E = 3 \cdot 10^{-20}$ Дж, максимальная скорость укорочения $V = 1,5 \cdot 10^{-6}$ м/с.

(А.Б. Рубин Сборник задач по биофизике. М.: Книжный дом "Университет" (КДУ) 2011. 184 с.)

5. Определите постоянную времени и характеристическую длину гигантского аксона кальмара, если удельное сопротивление аксоплазмы составляет 314 Ом·см, емкость и сопротивление мембраны 1,1 мкФ/см² и 1570 Ом·см² соответственно, а диаметр 500 мкм.
6. Определите постоянную времени и характеристическую длину нервного волокна омара, если удельное сопротивление аксоплазмы составляет 173 Ом·см, емкость и сопротивление мембраны 1,3 мкФ/см² и 2360 Ом·см² соответственно, а диаметр волокна - 75 мкм.
7. Определите постоянную времени и характеристическую длину мышечного волокна лягушки, если удельное сопротивление цитоплазмы составляет 418 Ом·см, емкость и сопротивление мембраны - 5 мкФ/см² и 4500 Ом·см² соответственно, а диаметр волокна - 45 мкм.

Тема 5. Простейшие математические модели биологических процессов

(В.А. Осипов Сборник задач по биофизике. М.: Книжный дом "Университет" (КДУ) 2011. – 21 с.)

1. Выращена популяция бактерий численностью 10^6 . Внезапно начинается гибель бактерий, причем за первую минуту число погибших бактерий составило 10^4 . Определить, за какое время погибнет вся популяция, если известно, что скорость гибели пропорциональна численности популяции.
2. Популяция бактерий растет со скоростью, пропорциональной ее численности. Определить, через какое время численность популяции достигнет величины 10^8 , если за первый час число бактерий выросло с 1 до 1000. Каков интервал между



- последовательными делениями?
3. Численность культуры бактерий при неограниченном питании за 5 часов увеличилась от $2 \cdot 10^6$ до $3 \cdot 10^8$ клеток. Каков интервал между последовательными делениями, если смертность отсутствует?
 4. Популяция бактерий растет в условиях ограниченного питания. Равновесная плотность популяции составляет $5 \cdot 10^8$ клеток на 1мл. При малой плотности популяция удваивается за 40 мин. Какова будет плотность популяции через 2 часа, если начальная плотность равна: (а) 10^8 клеток на 1 мл; (б) 10^9 клеток на 1 мл?
 5. Время (в минутах) между двумя последовательными делениями в культуре бактерий равно $40 + 10^{-7} x$, где x - число клеток на 1 мл. Сколько времени потребуется для того, чтобы плотность увеличилась от 10^8 до 10^9 клеток на 1 мл?
 6. Популяция бактерий растёт в условиях ограниченного питания. Можно ли остановить дальнейший рост популяции бактерий, начав с некоторого момента времени уничтожать их с постоянной скоростью? Определить минимальную скорость, при которой это возможно, если на начальный момент времени численность популяции составляла 2500 бактерий. Известно: при избытке питания за час популяция бактерий увеличивается на 80%. Равновесное число бактерий – 15000.
 7. Популяция бактерий растёт в условиях ограниченного питания. Какой максимальной величины может достигнуть численность популяции, если начиная с некоторого момента времени бактерии уничтожают с постоянной скоростью 500 бактерий/час? Определить минимальную численность популяции, при которой возможно достичь этой величины. Известно: при избытке питания за час популяция бактерий увеличивается на 50% равновесное число бактерий при этом – 10000.
 8. Популяция бактерий растёт в условиях ограниченного питания. В некоторый момент времени бактерии начали гибнуть с постоянной скоростью. Можно ли остановить гибель популяции? Определить минимальную численность популяции, при которой это возможно, если скорость гибели составляет 600 бактерий/час. Известно: при избытке питания за час популяция бактерий увеличивается на 80%. Равновесное число бактерий – 15000.
 9. Бактериальные клетки размножаются в условиях ограниченного питания. В некоторый момент времени клетки начали гибнуть с постоянной скоростью. Может ли быть продолжен дальнейший рост популяции? Определить максимальную скорость гибели, при которой рост ещё возможен, если на момент начала гибели численность популяции составляла 1500 бактерий. Известно: при избытке питания за час популяция бактерий увеличивается на 50%. Равновесное число бактериальных клеток – 10000
 10. Популяция кроликов размножается со скоростью, квадратичной их численности, и гибнет по линейному закону. Будет ли уничтожена популяция, если стая волков уничтожает кроликов с постоянной скоростью?
 11. Бактериальные клетки размножаются со скоростью, пропорциональной их численности, и имеет место приток клеток извне с постоянной скоростью. Будет ли уничтожена популяция, если с некоторого момента времени начинается их гибель по квадратичному закону?



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Биофизика» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 10

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

12. Имеет место сосуществование двух клеточных популяций в режиме хищник-жертва. Какова будет динамика развития популяций в условиях тесноты и конкуренции внутри каждой популяции? Может ли возникнуть колебательный характер динамики популяций? Считать, что обе популяции имеют одинаковые динамические характеристики.
13. Имеет место сосуществование двух клеточных популяций в режиме хищник-жертва. Какова будет динамика развития популяций в условиях тесноты и конкуренции внутри одной из популяций? Может ли возникнуть колебательный характер динамики популяций?
14. Имеет место симбиоз двух клеточных популяций. Какова будет динамика развития популяций в условиях тесноты и конкуренции внутри каждой популяции? Может ли возникнуть колебательный характер динамики популяций? Считать, что обе популяции имеют одинаковые динамические характеристики.
15. Имеет место симбиоз двух клеточных популяций. Какова будет динамика развития популяций в условиях тесноты и конкуренции внутри одной из популяций? Может ли возникнуть колебательный характер динамики популяций?
16. Имеет место конкуренция двух клеточных популяций. Какова будет динамика развития популяций в условиях тесноты и конкуренции внутри каждой популяции? Может ли возникнуть колебательный характер динамики популяций? Считать, что обе популяции имеют одинаковые динамические характеристики.
17. Имеет место конкуренция двух клеточных популяций. Какова будет динамика развития популяций в условиях тесноты и конкуренции внутри одной из популяций? Может ли возникнуть колебательный характер динамики популяций?

Тема 6. Исследование простейших моделей биологических систем

(А.Б. Рубин Сборник задач по биофизике. М.: Книжный дом "Университет" (КДУ) 2011. 184 с.)

1. Найдите стационарные состояния уравнений:

$$а) \frac{dx}{dt} - Ax^4 = Bx^2$$

$$б) \frac{dx}{dt} - Ax^3 = -Bx$$

$$в) \frac{dx}{dt} + 6x = x^2 + 8$$

2. Пусть $\frac{dx}{dt} = f(x)$.

Найти стационарные состояния уравнения и определить их тип устойчивости с помощью графика функции $f(x)$: $f(x) = x^4 - 6x^3 + 5x^2$; $f(x) = x^4 + x^3 - 6x^2$.

3. Пусть $\frac{dx}{dt} = (x - 1)(x^2 + bx + 1)$. Постройте график зависимости величины стационарного значения переменной x от значений параметра b . Сколько стационарных состояний имеет уравнение при $b \in (-\infty, \infty)$?
4. Определить тип особой точки системы линейных уравнений:



$$\begin{array}{ll} \text{а) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = 2x \\ \frac{dy}{dt} = x + y \end{cases} & \text{в) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = -2x - 5y \\ \frac{dy}{dt} = 2x + 2y \end{cases} \\ \text{б) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = 3x - y \\ \frac{dy}{dt} = 2x + y \end{cases} & \text{г) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = y \\ \frac{dy}{dt} = -x - 10y \end{cases} \end{array}$$

5. Проведите линеаризацию системы дифференциальных уравнений в окрестности нулевого стационарного состояния и определите его тип устойчивости:

$$\begin{array}{ll} \text{а) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = 2xy - x + y \\ \frac{dy}{dt} = 5x^4 + y^3 + 2x - 3y \end{cases} & \text{в) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = e^{x+2y} - \cos 3x \\ \frac{dy}{dt} = \sqrt{4+8x} - 2e^y \end{cases} \\ \text{б) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = x^2 + y^2 - 2x \\ \frac{dy}{dt} = 3x^2 - x + 3y \end{cases} & \text{г) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = \ln(4y + e^{-3x}) \\ \frac{dy}{dt} = 2y - 1 + \sqrt[3]{1-6x} \end{cases} \end{array}$$

6. Проведите полный анализ систем уравнений: 1) найти стационарные состояния; 2) линеаризовать системы в окрестностях стационарных состояний; 3) определить тип устойчивости стационарных состояний; 4) построить фазовые портреты.

Модель взаимоотношений типа «хищник-жертва»

$$\begin{array}{ll} \text{а) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = x - 2xy - x^2 \\ \frac{dy}{dt} = y + 2xy - y^2 \end{cases} & \text{б) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = x - xy - x^2 \\ \frac{dy}{dt} = 3y + 2xy - y^2 \end{cases} \end{array}$$

Модель конкуренции видов с учетом внутривидовой конкуренции

$$\begin{array}{ll} \text{в) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = x - 0.5xy - x^2 \\ \frac{dy}{dt} = y - 0.5xy - y^2 \end{cases} & \text{г) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = x - xy - x^2 \\ \frac{dy}{dt} = 3y - 2xy - y^2 \end{cases} \end{array}$$

7. Определить тип стационарных состояний на всей плоскости допустимых значений параметров. Указать область значений параметров, в которой возможно существование предельного цикла. Модель бруселятора:

$$\begin{array}{ll} \text{а) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = a + x^2y - 6x \\ \frac{dy}{dt} = 5x - x^2y \end{cases}, a, x, y > 0 & \text{б) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = 2 + x^2y - (a+1)x \\ \frac{dy}{dt} = ax - x^2y \end{cases}, a, x, y > 0 \end{array}$$



Типовые вопросы к контрольной работе

1. При непрерывном введении лекарственного препарата с нулевой начальной дозой скорость введения равна 1 мг/час , а коэффициент выведения из организма 0.5 час^{-1} . Составить дифференциальное уравнение для определения количества лекарства в каждый момент времени. Определить массу препарата, которая будет находиться в организме через 1 час?
2. К началу лета в популяции было 100 зайцев. За лето зайцы размножаются прямо пропорционально вероятности встречи двух зайцев одновременно (коэффициент размножения $0,1 \text{ мес}^{-1}$); могут убежать в другой лес (скорость миграции постоянная и равна $0,2 \text{ мес}^{-1}$). Составить дифференциальное уравнение для определения количества зайцев в каждый момент времени. Какое количество зайцев характеризует стационарное состояние такой системы?
3. К началу зимы в популяции было 100 зайцев. За зиму зайцы могут погибнуть вследствие естественных причин (коэффициент гибели $0,5 \text{ мес}^{-1}$); могут прибежать из другого леса (скорость миграции постоянна и равна $0,2 \text{ мес}^{-1}$). Составить дифференциальное уравнение для определения количества зайцев в каждый момент времени. Какое количество зайцев характеризует стационарное состояние такой системы?
4. Определить момент выздоровления после инфекционного заболевания (без лечения). Бактерии в организме в начальный момент составляли популяцию численностью 1000 бактерий. В организме они могут размножаться прямо пропорционально численности бактерий (коэффициент размножения $0,01 \text{ шт/час}$), гибнуть прямо пропорционально численности бактерий (коэффициент гибели 5 шт/час). Считать, что организм здоров, если осталось менее 100 бактерий. Составить дифференциальное уравнение для определения количества бактерий в каждый момент времени.
5. Возможно ли заболеть через 3 дня, если бактерии в организме в начальный момент составляли популяцию численностью 10 бактерий. В организме они могут размножаться прямо пропорционально численности бактерий (коэффициент размножения $0,01 \text{ шт/час}$), гибнуть прямо пропорционально численности бактерий (коэффициент гибели 5 шт/час). Считать, что организм болен, если численность бактерий составляет более 1000 бактерий.
6. Фермер выводит кроликов. В начальный момент у него было 20 кроликов. Кролики размножаются и гибнут прямо пропорционально их численности в данный момент времени (коэффициент размножения равен $0,1 \text{ шт./мес.}$, коэффициент гибели – $0,2 \text{ шт./мес.}$), кроме того фермер ежемесячно продает кроликов – 50 шт./мес. Составить дифференциальное уравнение для определения количества кроликов в каждый момент времени. Какое количество кроликов характеризует стационарное состояние такой системы?
7. Определить останется ли популяция зайцев в лесу после зимовки, если к началу зимы в популяции было 100 зайцев. За зиму зайцы могут погибнуть (их могут съесть хищники) (коэффициент $0,1 \text{ мес}^{-1}$). Считать, что зима длится 3 месяца. Составить дифференциальное уравнение для определения количества зайцев в каждый момент времени.
8. Определить останется ли популяция зайцев в лесу после лета, если к началу лета в популяции было 100 зайцев. За лето зайцы размножаются прямо пропорционально



численности зайцев в данный момент времени (коэффициент размножения составляет $0,5 \text{ мес}^{-1}$), погибают вследствие естественной гибели (коэффициент гибели равен $0,5 \text{ мес}^{-1}$). Считать, что лето длится 3 месяца. Составить дифференциальное уравнение для определения количества зайцев в каждый момент времени.

9. К какому виду транспорта относится диффузия. Что является движущей силой диффузии. Какова размерность коэффициента диффузии.
10. К какому виду транспорта относится фильтрация. Что является движущей силой фильтрации.
11. К какому виду транспорта относится осмос. Что является движущей силой осмоса.
12. К какому виду транспорта относится диффузия заряженных частиц. Что является движущей силой диффузии заряженных частиц.
13. Какая величина является основной характеристикой пассивного транспорта. Ее физический смысл, размерность.
14. Закон, описывающий диффузию. Указать название и физический смысл, входящих в уравнение величин.
15. Закон, описывающий явление осмоса. Указать название и физический смысл, входящих в уравнение величин.
16. Закон, описывающий транспорт заряженных частиц. Указать название и физический смысл, входящих в уравнение величин.
17. Активный транспорт. Привести пример активного транспорта.
18. Указать схему работы Na^+/K^+ -канала.
19. Указать схему работы Ca^{2+} -канала.
20. Указать отличия активного и пассивного транспорта.
21. Привести схему прохождения нервного импульса по аксону.

Типовые темы рефератов

1. Физические основы зрения.
2. Физические основы прохождения нервного импульса.
3. Математическая модель мышечного сокращения.
4. Физические основы пассивного транспорта.
5. Физические основы активного транспорта

Вопросы к зачету

1. Качественные методы исследования динамических моделей биологических систем.
2. Модель культиватора.
3. Модель «хищник-жертва».
4. Методы исследования устойчивости стационарных состояний.
5. Стохастические модели взаимодействия.
6. Процессы самоорганизации в биосистемах.
7. Термодинамика пассивного мембранного транспорта.
8. Термодинамика активного мембранного транспорта.
9. Электродиффузионная теория.
10. Ионный транспорт в каналах.
11. Механизм распространения нервного импульса. Биопотенциалы.
12. Модель Ходжкина – Хаксли.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Биофизика» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика»
направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 14	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

13. Биофизика сокращения мышцы.
14. Биофизика фотосинтеза.
15. Биофизика зрения.
16. Теория вкуса и запаха
17. Биофизика белка. Переход «клубок» - «глобула».
18. Биофизика ферментов.
19. Биофизика нуклеиновых кислот.
20. Ионизирующее излучение. Основные характеристики. Факторы, влияющие на радиочувствительность.
21. Радиационные синдромы.
22. Лазерное излучение. Тепловой эффект.
23. Лазерное излучение. Фотодинамический эффект.

4. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Задания к практическим занятиям студенты выполняют в течение семестра на практических занятиях и в форме самостоятельной работы. Задачи сгруппированы по темам практических занятий. В течение семестра студент должен сдать отчет по каждой теме. Отчет по теме считается сданным вовремя, если он сдан в течение месяца после изучения темы на практическом занятии. Отчет подразумевает решение 80% задач из предложенного списка задач и умение объяснить ход решения 1-2 задач из темы.

Также в течение семестра студент выполняет одну контрольную и реферативную работы. В п.4.2 приведена балльно-рейтинговая оценка всех мероприятий, проводимых в течение семестра. Для получения зачета необходимо набрать более 60 баллов. Если в течение семестра студент зарабатывает требуемое количество баллов, зачет он получает «автоматом». В противном случае, недостающее количество баллов студент зарабатывает на зачете. Критерии оценивания зачетных мероприятий приведены в п. 4.2.

4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Начисляемые баллы за выполнение плановых заданий

№ п/п	Перечень контрольных мероприятий	Максимальный рейтинговый балл
1	2	3
1.	Посещение лекционных занятий	9
2.	Посещение практических занятий	9
3.	Отчет по практическим занятиям	30
4.	Самостоятельная работа (семестровая работа - реферат)	20
5.	Контрольная работа	5
6.	Билет (зачет)	27
	ИТОГО	100



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Биофизика» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика»
направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 15	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Критерии оценивания отчета по практическим занятиям:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Характеристики ответа	Решено > 80% задач, отчет сдан вовремя	Решено >80% задач, отчет сдан не вовремя	Решено <80% задач, отчет сдан не вовремя	Задачи не решены
Баллы	5-4	3-2	1	0
Уровень освоения проверяемых компетенций	высокий	средний	базовый	недостаточный

Также в течение семестра выполняется **одна реферативная работа.**

Критерии оценивания реферативной работы:

Характеристики ответа	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Тема реферативной работы раскрыта > 80%, оформление соответствует требованиям, работа сдана в срок	15-20	высокий
Тема реферативной работы раскрыта > 80%, оформление не соответствует требованиям, работа сдана не вовремя	10-14	средний
Тема реферативной работы раскрыта < 80%, оформление не соответствует требованиям, работа сдана не вовремя	1-9	базовый
Работа не выполнена	0	недостаточный

Также в течение семестра проводится одна **контрольная работа** по разделам «Биофизика клетки. Биофизика мембран», «Механохимические, электрические, фотобиологические процессы в биологических объектах», «Простейшие математические модели биологических процессов». На контрольной работе студенту предлагается решить 3 задачи.

Критерии оценивания контрольной работы:

Характеристики ответа	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Правильно и с пояснениями решены три задачи	5	высокий
Решены три задачи, но есть ошибки	4	средний
Правильно и с пояснениями решены две задачи	3	
Решены две задачи, но есть ошибки	2-3	базовый
Правильно решена одна задача	1	



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Биофизика» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика»
направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Частично решена одна задача	0	недостаточный
-----------------------------	---	---------------

Таким образом, за работу в семестре студент может получить максимум 73 балла.

Зачет проходит в письменно-устной форме и представляет собой ответ на 2 вопроса билета. Максимальный балл за ответы по билету – 27 баллов.

Критерии оценивания теоретических вопросов:

Характеристики ответа	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Ответил на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения. Возможны несущественные ошибки.	20-27	высокий
Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул.	10-19	средний
Знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на вопрос базового уровня и знает основные понятия, соотношения (без вывода), название и физический смысл величин.	5-9	базовый
Не может ответить на вопрос базового уровня	0	недостаточный

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации:

Критерии оценивания:

0-60 баллов - незачтено;

61-100 баллов - зачтено.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке зачтено: предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом биофизики, что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и уверенно владеть навыком их решения;
2. Средний уровень соответствует оценке зачтено:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Биофизика» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика»
направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом биофизики; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач по биофизике;

3. Базовый уровень соответствует оценке зачтено:
предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач;
4. Низкий уровень соответствует оценке не зачтено:
студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом биофизики; не владеет навыками решения базовых задач по данной дисциплине.

