

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор



Хагуров Т.А.

«31» мая 2019 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.Б.22 БИОФИЗИКА**

Направление подготовки/специальность 06.03.01 Биология

Направленность (профиль)/специализация Генетика

Программа подготовки академическая

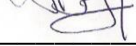
Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

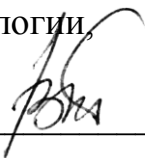
Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины «Биофизика» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 06.03.01 Биология


Программу составил:

Н.Н. Волченко, доцент, к.б.н.  \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины «Биофизика» утверждена на заседании кафедры (разработчика) генетики, микробиологии и биотехнологии, протокол № 13 от 29 апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Тюрин В.В.  \_\_\_\_\_

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) генетики, микробиологии и биотехнологии, протокол № 13 от 29 апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Тюрин В.В.  \_\_\_\_\_

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета протокол № 9 «24» мая 2019 г.

Председатель УМК факультета Букарева О.В.  \_\_\_\_\_

Рецензенты:

Волкова С.А. доцент кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Насонов А.И. ст. науч. сотрудник лаборатории генетики и микробиологии ФГБНУ СКФНЦСВВ

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

Целью освоения дисциплины "Биофизика" является формирование у студентов профессиональной компетенции в производственной деятельности и пропаганда знаний, направленных на расширение представлений о значении биофизики как науки о молекулярных и физико-химических взаимодействиях в биологических системах и механизмах взаимодействия биологических систем с окружающей средой, влиянии физических факторов на процессы жизнедеятельности.

### **1.2 Задачи дисциплины.**

Задачи освоения дисциплины – сформировать у студентов: способность применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владение знанием механизмов гомеостатической регуляции; владение основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.**

Дисциплина "Биофизика" относится к базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Для усвоения курса студенту необходимо ориентироваться в проблемах, изучаемых в предметах «Математика», «Химия», «Зоология», «Ботаника», «Биохимия» и «Молекулярная биология», «Физиология растений». Итоговой формой контроля знаний является зачет. Материалы дисциплины используются студентами в научной работе при подготовке выпускной квалификационной работы, а также в ходе получения знаний во второй ступени высшего образования (магистратуре), крайне важны в осуществлении практической деятельности бакалавра биологии.

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине, являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом. Перечень компетенций, формируемых в результате изучения дисциплины, приведен в таблице

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-4	способностью применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владением знанием механизмов	Основы строения и функционирования биологических систем с точки зрения физических законов, в том числе термодинамики	Пользоваться физическим оборудованием в биологических исследованиях	Навыками оперирования термодинамическими константами

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		гомеостатической регуляции; владением основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем			
2	ОПК-5	способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	Принципы реализации физических законов на клеточном уровне организации материи	Применять физико-химические знания для интерпретации экспериментальных данных	Навыками оперирования базовыми формулами в области мембранного транспорта, фолдинга белковых макромолекул

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 ч.), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)	
		7	
<b>Контактная работа, в том числе:</b>			-
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>40</b>	40	
Занятия лекционного типа	<b>12</b>	12	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)			
Лабораторные занятия	<b>24</b>	24	
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	<b>4</b>	4	
Промежуточная аттестация (ИКР)	<b>0,2</b>	0,2	
<b>Самостоятельная работа, в том числе</b>			
<i>Курсовая работа</i>			
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	<b>16</b>	16	

Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		15,8	15,8	
<b>Контроль:</b>				
Подготовка к экзамену				
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>	72	
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>40.2</b>	40.2	
	<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>	2	

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Тема 1. Введение в биофизику	8	2		2	4
2	Тема 2. Термодинамика биологических систем	12	2		4	6
3	Тема 3. Фотобиологические процессы	10	2		4	4
4	Тема 4. Биоэнергетика	10	2		4	4
5	Тема 5. Молекулярная биофизика	12	2		4	6
6	Тема 6. Биофизика мембран. Тема 7. Нанотехнологии	10	2		4	4
7	Обзор пройденного материала и проведение зачета	5,8	0		2	3,8
	Итого по дисциплине		12		24	31,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Раздел 1. Введение биофизику	Понятие биофизики (БФ). Вклад различных наук в БФ. Применение БФ на различных уровнях организации живой материи. Структура современной БФ. История развития БФ. Известные учёные-биофизики (в т.ч. российские). Бионика - понятие, примеры, физические подходы.	Устный опрос
2.	Раздел 2. Термодинамика биологических систем	Понятие термодинамики (ТД), законы термодинамики и их приложимость к биологическим системам. Термодинамические системы, типы энергии и работы в биосистемах. Особенности реализации 2-го начала термодинамики в биологических системах. Термодинамическое	Устный опрос

		равновесие. Негэнтропия. Линейная и нелинейная области термодинамики. Теорема Пригожина. Соотношения Онзагера. Связь энтропии и биологической информации. Практические приложения термодинамического подхода в биологии – теплопродукция живых систем, правила Бергмана, Аллена.	
3.	Раздел 3. Фотобиологические процессы	Электромагнитные излучения (ЭМИ), биологические эффекты различных частей спектра ЭМИ. Понятие фотобиологии, область фотобиологических явлений. Стадии фотобиологического процесса. Классификация и краткая характеристика фотобиологических явлений. Функционально-физиологические и деструктивно-модифицирующие фотореакции. Физическая природа света. Корпускулярно-волновой дуализм света в биологических реакциях. Биологически важные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний. Электронные переходы в биомолекулах. Схема Яблонского. Люминесценция биосистем – физическая основа, типы люминесценции, квантовый выход, закон Стокса. Природные и искусственные флуорофоры. Гелиозависимые биоритмы, работы Чижевского. Исследования Кирлиан. Фотометрические методы анализа. Применимость закона Бугера-Ламберта-Бэра. Практическое применение – фотометрия, спектрофотометр, закон Бугера-Ламберта-Бэра.	Устный опрос
4.	Раздел 4. Биоэнергетика	Понятие биоэнергетики и её место в системе биологических наук. Центральная проблема биоэнергетики. Роль биологических мембран в биоэнергетических процессах. Классификация мембран с точки зрения биоэнергетики. Общие принципы трансформации энергии в биомембранах. "Энергетические валюты" живой клетки. Хемииосмотическая гипотеза Митчелла. Основные гипотезы образования макроэргов. Принципы строения и функционирования электрон-транспортных цепей (ЭТЦ). АТФ-синтетаза - принципы строения в связи с выполняемой функцией. Связь с ЭТЦ. Биофизические основы функционирования АТФ-синтетазы. Особенности молекулы АТФ как универсального макроэргического соединения. Практические приложения биоэнергетики – биотопливные элементы, биосенсоры.	Устный опрос
5.	Раздел 5. Молекулярная биофизика	Понятие, история становления молекулярной биофизики, связь с другими разделами биологии. Принципы структурной организации биополимеров.	Устный опрос

		Уровни организации. Атомная структура, конформация, конфигурация. Характеристики строения молекул: длина связей, их поляризация, эффективные атомные радиусы. Водородные связи – их роль в формировании макромолекул. Виды взаимодействий в биомолекулах. Ван-дер-Ваальсовы (ориентационные, индукционные, дисперсионные) взаимодействия. Электростатические взаимодействия. Объемные взаимодействия в макромолекулах. Понятие глобулы и белка, условия их существования. Роль гидрофобных взаимодействий в формировании пространственной структуры белков. Теория Фишера. Вода как уникальное химическое соединение. Кластерная структура воды. Модель “белок-машина”. Молекулярные моторы. Практическое применение – моделирование белковых структур с помощью распределенных вычислений, система Fold.it	
6.	Раздел 6. Биофизика мембран	Принципы строения биомембран, мембранные белки и липиды. Функции биомембран. Становление представлений о структуре биомембран, современная жидкокристаллическая модель. Динамика молекул в мембранах – латеральная диффузия, флип-флоп подвижность. Модельные липидные мембраны – типы, строение, способы получения, использование. Фазовые переходы в липидных биомембранах. Биологическое значение. Понятие и свойства жидких кристаллов. Классификация транспортных процессов в биомембранах. Примеры. Пассивный транспорт. Типы диффузии, мембранные поры. Осмос и фильтрация. Уравнения Фика, Теорелла, Нернста-Планка. Активный транспорт – роль в клетке, типы и примеры. Практическое применение – строение, принципы функционирования натрий-калиевого, кальциевого насосов. Роль в клетке и организме.	Устный опрос
7.	Раздел 7. Нанотехнологии	–	–

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Семинарские занятия по учебному плану не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование раздела	Тематика лабораторных занятий	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Раздел 1. Введение в биофизику	<i>Занятие 1.</i> Физические принципы в приборах для биологических исследований.	Коллоквиум №1
2	Раздел 2.	<i>Занятие 2.</i> Термодинамические расчеты некоторых	Коллоквиум

	Термодинамика биологических систем	параметров биологических систем	№2
3	Раздел Фотобиологические процессы	3. <i>Занятие 3.</i> Фотометрия, практические приложения закона Бугера-Ламберта-Бэра.	Коллоквиум №3
4	Раздел Биоэнергетика	4. <i>Занятие 4.</i> Моделирование процессов биоэлектрогенеза в микробных топливных элементах	Коллоквиум №4
5	Раздел Молекулярная биофизика	5. <i>Занятие 5.</i> Некоторые закономерности фолдинга белков. Моделирование на примере программы Fold.it	Коллоквиум №5
6	Раздел Биофизика мембран. Раздел Нанотехнологии	6. <i>Занятие 6.</i> Биоллектрохимические процессы с применением протонселективных мембран. <i>Занятие 7.</i> Практическое применение нанотехнологического оборудования КубГУ в биологических исследованиях	Коллоквиум №6. Коллоквиум №7
7		Обзор пройденного материала и проведение зачета	Коллоквиум по вопросам к зачету

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
	Подготовка к устному опросу, коллоквиуму, написанию реферата	СТО 4.2-07-2012 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Переиздание. – Красноярск: СФУ, 2014. – 60 с. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой генетики, микробиологии и биотехнологии. протокол № 21 «_26_» июня 2017 г

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) могут предоставляться в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,



– в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии.**

При реализации учебной работы по освоению курса "Биофизика" используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

#### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.**

Текущий контроль успеваемости проводится фронтально на каждом занятии для определения теоретической подготовки к лабораторным работам в виде устного опроса, который оценивается по пятибалльной шкале, а также с помощью докладов и коллоквиумов.

#### **Перечень вопросов для устного контроля знаний студентов:**

##### **Тема 1: Введение в биофизику**

1. Понятие биофизики (БФ). Вклад различных наук в БФ. Применение БФ на различных уровнях организации живой материи.
2. Структура современной БФ. История развития БФ. Известные учёные-биофизики (в т.ч. российские).
3. Бионика - понятие, примеры, физические подходы.

##### **Тема 2: Термодинамика биологических систем**

4. Понятие термодинамики (ТД), законы термодинамики и их приложимость к биологическим системам.
5. Термодинамические системы, типы энергии и работы в биосистемах.
6. Особенности реализации 2-го начала термодинамики в биологических системах. Термодинамическое равновесие. Негэнтропия.
7. Линейная и нелинейная области термодинамики. Теорема Пригожина. Соотношения Онзагера.
8. Связь энтропии и биологической информации.
9. Практические приложения термодинамического подхода в биологии – теплопродукция живых систем, правила Бергмана, Аллена.

##### **Тема 3: Фотобиологические процессы**

10. Электромагнитные излучения (ЭМИ), биологические эффекты различных частей спектра ЭМИ.
11. Понятие фотобиологии, область фотобиологических явлений. Стадии фотобиологического процесса.
12. Классификация и краткая характеристика фотобиологических явлений. Функционально-физиологические и деструктивно-модифицирующие фотореакции.
13. Физическая природа света. Корпускулярно-волновой дуализм света в биологических реакциях. Биологически важные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний.
14. Электронные переходы в биомолекулах. Схема Яблонского.
15. Люминесценция биосистем – физическая основа, типы люминесценции, квантовый выход, закон Стокса.
16. Природные и искусственные флуорофоры.
17. Гелиозависимые биоритмы, работы Чижевского. Исследования Кирлиан.
18. Фотометрические методы анализа. Применимость закона Бугера-Ламберта-Бэра.
19. Практическое применение – фотометрия, фотоэлектроколориметр, спектрофотометр.

#### **Тема 4: Биоэнергетика**

20. Понятие биоэнергетики и её место в системе биологических наук. Центральная проблема биоэнергетики.
21. Роль биологических мембран в биоэнергетических процессах. Классификация мембран с точки зрения биоэнергетики.
22. Общие принципы трансформации энергии в биомембранах. "Энергетические валюты" живой клетки.
23. Хемииосмотическая гипотеза Митчелла. Основные гипотезы образования макроэргов.
24. Принципы строения и функционирования электрон-транспортных цепей (ЭТЦ).
25. АТФ-синтетаза - принципы строения в связи с выполняемой функцией. Связь с ЭТЦ.
26. Биофизические основы функционирования АТФ-синтетазы.
27. Особенности молекулы АТФ как универсального макроэргического соединения.
28. Практические приложения биоэнергетики – биотопливные элементы, биосенсоры.

#### **Тема 5: Молекулярная биофизика**

29. Понятие, история становления молекулярной биофизики, связь с другими разделами биологии.
30. Принципы структурной организации биополимеров. Уровни организации. Атомная структура, конформация, конфигурация.
31. Характеристики строения молекул: длина связей, их поляризация, эффективные атомные радиусы. Водородные связи – их роль в формировании макромолекул.
32. Виды взаимодействий в биомacroмолекулах. Ван-дер-Ваальсовы (ориентационные, индукционные, дисперсионные) взаимодействия. Электростатические взаимодействия.
33. Объёмные взаимодействия в макромолекулах. Понятие глобулы и белка, условия их существования.
34. Роль гидрофобных взаимодействий в формировании пространственной структуры белков. Теория Фишера.
35. Вода как уникальное химическое соединение. Кластерная структура воды.
36. Модель "белок-машина". Молекулярные моторы.
37. Практическое применение – моделирование белковых структур с помощью распределённых вычислений, система [Fold.it](http://fold.it)

#### **Тема 6. Биофизика мембран**

38. Принципы строения биомембран, мембранные белки и липиды. Функции биомембран.
39. Становление представлений о структуре биомембран, современная жидкокристаллическая модель.
40. Динамика молекул в мембранах – латеральная диффузия, флип-флоп подвижность.

41. Модельные липидные мембраны – типы, строение, способы получения, использование.
42. Фазовые переходы в липидных биомембранах. Биологическое значение. Понятие и свойства жидких кристаллов.
43. Классификация транспортных процессов в биомембранах. Примеры.
44. Пассивный транспорт. Типы диффузии, мембранные поры.
45. Осмос и фильтрация. Уравнения Фика, Теорелла, Нернста-Планка.
46. Активный транспорт – роль в клетке, типы и примеры.
47. Практическое применение – строение, принципы функционирования натрий-кальевого, кальевого насосов. Роль в клетке и организме.

#### **Тема 7: Нанотехнологии**

48. Понятие(я) нанотехнологии, классификация отраслей нанотехнологии, биологические направления.
49. ДНК как материал для нано-манипулирования. Графен, фуллерен, углеродные нанотрубки – понятие, применение.
50. Приборы нанотехнологических исследований – атомно-силовой микроскоп, электронный микроскоп, лазерный пинцет, ЯМР / ЭПР-спектроскопия – принцип действия, возможности для биологии.

#### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Соблюдаются нормы литературной речи

Оценка «хорошо» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно» / «зачтено». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

#### **Вопросы к коллоквиумам**

##### **Коллоквиум 1: Введение в биофизику**

Понятие биофизики (БФ). Вклад различных наук в БФ. Применение БФ на различных уровнях организации живой материи. Структура современной БФ. История развития БФ. Известные учёные-биофизики (в т.ч. российские). Бионика - понятие, примеры, физические подходы.

##### **Коллоквиум 2: Термодинамика биологических систем**

Понятие термодинамики (ТД), законы термодинамики и их приложимость к биологическим системам. Термодинамические системы, типы энергии и работы в биосистемах. Особенности реализации 2-го начала термодинамики в биологических системах. Термодинамическое равновесие. Негэнтропия. Линейная и нелинейная области

термодинамики. Теорема Пригожина. Соотношения Онзагера. Связь энтропии и биологической информации. Практические приложения термодинамического подхода в биологии – теплопродукция живых систем, правила Бергмана, Аллена.

### **Коллоквиум 3: Фотобиологические процессы**

Электромагнитные излучения (ЭМИ), биологические эффекты различных частей спектра ЭМИ. Понятие фотобиологии, область фотобиологических явлений. Стадии фотобиологического процесса. Классификация и краткая характеристика фотобиологических явлений. Функционально-физиологические и деструктивно-модифицирующие фотореакции. Физическая природа света. Корпускулярно-волновой дуализм света в биологических реакциях. Биологически важные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний. Электронные переходы в биомолекулах. Схема Яблонского. Люминесценция биосистем – физическая основа, типы люминесценции, квантовый выход, закон Стокса. Природные и искусственные флуорофоры. Гелиозависимые биоритмы, работы Чижевского. Исследования Кирлиан. Фотометрические методы анализа. Применимость закона Бугера-Ламберта-Бэра. Практическое применение – фотометрия, спектрофотометр, закон Бугера-Ламберта-Бэра.

### **Коллоквиум 4: Биоэнергетика**

Понятие биоэнергетики и её место в системе биологических наук. Центральная проблема биоэнергетики. Роль биологических мембран в биоэнергетических процессах. Классификация мембран с точки зрения биоэнергетики. Общие принципы трансформации энергии в биомембранах. "Энергетические валюты" живой клетки. Хемииосмотическая гипотеза Митчелла. Основные гипотезы образования макроэргов. Принципы строения и функционирования электрон-транспортных цепей (ЭТЦ). АТФ-синтетаза - принципы строения в связи с выполняемой функцией. Связь с ЭТЦ. Биофизические основы функционирования АТФ-синтетазы. Особенности молекулы АТФ как универсального макроэргического соединения. Практические приложения биоэнергетики – биотопливные элементы, биосенсоры.

### **Коллоквиум 5: Молекулярная биофизика**

Понятие, история становления молекулярной биофизики, связь с другими разделами биологии. Принципы структурной организации биополимеров. Уровни организации. Атомная структура, конформация, конфигурация. Характеристики строения молекул: длина связей, их поляризация, эффективные атомные радиусы. Водородные связи – их роль в формировании макромолекул. Виды взаимодействий в биомacroмолекулах. Ван-дер-Ваальсовы (ориентационные, индукционные, дисперсионные) взаимодействия. Электростатические взаимодействия. Объёмные взаимодействия в макромолекулах. Понятие глобулы и белка, условия их существования. Роль гидрофобных взаимодействий в формировании пространственной структуры белков. Теория Фишера. Вода как уникальное химическое соединение. Кластерная структура воды. Модель "белок-машина". Молекулярные моторы. Практическое применение – моделирование белковых структур с помощью распределенных вычислений, система Fold.it

### **Коллоквиум 6. Биофизика мембран**

Принципы строения биомембран, мембранные белки и липиды. Функции биомембран. Становление представлений о структуре биомембран, современная жидкокристаллическая модель. Динамика молекул в мембранах – латеральная диффузия, флип-флоп подвижность. Модельные липидные мембраны – типы, строение, способы получения, использование. Фазовые переходы в липидных биомембранах. Биологическое значение. Понятие и свойства жидких кристаллов. Классификация транспортных процессов в биомембранах. Примеры. Пассивный транспорт. Типы диффузии, мембранные поры. Осмос и фильтрация. Уравнения Фика, Теорелла, Нернста-Планка. Активный транспорт –

роль в клетке, типы и примеры. Практическое применение – строение, принципы функционирования натрий-калиевого, кальциевого насосов. Роль в клетке и организме.

### **Коллоквиум 7: Нанотехнологии**

Понятие(я) нанотехнологии, классификация отраслей нанотехнологии, биологические направления. ДНК как материал для нано-манипулирования. Графен, фуллерен, углеродные нанотрубки – понятие, применение. Приборы нанотехнологических исследований – атомно-силовой микроскоп, электронный микроскоп, лазерный пинцет, ЯМР / ЭПР-спектроскопия – принцип действия, возможности

#### **Критерии оценки коллоквиума:**

- оценка «отлично» выставляется, если студент демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, умение свободно выполнять практические задания умеет свободно логически, аргументированно, четко и сжато излагать ответы на вопросы с использованием научной терминологии;

- оценка «хорошо» выставляется, если студент продемонстрировал хорошие систематические знания материала, ответы содержат некоторую неточность или не отличаются полнотой изложения;

- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент дает неполные ответы на вопросы, допускает неточности в формулировках;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не подготовился, не ответил на вопросы или ответил неправильно; показал слабые знания и допустил грубые ошибки

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

### **Вопросы для подготовки к зачёту**

1. Понятие биофизики (БФ). Вклад различных наук в БФ. Применение БФ на различных уровнях организации живой материи.
2. Структура современной БФ. История развития БФ. Известные учёные-биофизики (в т.ч. российские).
3. Бионика - понятие, примеры, физические подходы.
4. Понятие термодинамики (ТД), законы термодинамики и их приложимость к биологическим системам.
5. Термодинамические системы, типы энергии и работы в биосистемах.
6. Особенности реализации 2-го начала термодинамики в биологических системах. Термодинамическое равновесие. Негэнтропия.
7. Линейная и нелинейная области термодинамики. Теорема Пригожина. Соотношения Онзагера.
8. Связь энтропии и биологической информации.
9. Практические приложения термодинамического подхода в биологии – теплопродукция живых систем, правила Бергмана, Аллена.
10. Электромагнитные излучения (ЭМИ), биологические эффекты различных частей спектра ЭМИ.
11. Понятие фотобиологии, область фотобиологических явлений. Стадии фотобиологического процесса.
12. Классификация и краткая характеристика фотобиологических явлений. Функционально-физиологические и деструктивно-модифицирующие фотореакции.
13. Физическая природа света. Корпускулярно-волновой дуализм света в биологических реакциях. Биологически важные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний.
14. Электронные переходы в биомолекулах. Схема Яблонского.
15. Люминесценция биосистем – физическая основа, типы люминесценции, квантовый выход, закон Стокса.
16. Природные и искусственные флуорофоры.
17. Гелиозависимые биоритмы, работы Чижевского. Исследования Кирлиан.
18. Фотометрические методы анализа. Применимость закона Бугера-Ламберта-Бэра.
19. Практическое применение – фотометрия, спектрофотометр, закон Бугера-Ламберта-Бэра.
20. Понятие биоэнергетики и её место в системе биологических наук. Центральная проблема биоэнергетики.
21. Роль биологических мембран в биоэнергетических процессах. Классификация мембран с точки зрения биоэнергетики.
22. Общие принципы трансформации энергии в биомембранах. "Энергетические валюты" живой клетки.
23. Хемииосмотическая гипотеза Митчелла. Основные гипотезы образования макроэргов.
24. Принципы строения и функционирования электрон-транспортных цепей (ЭТЦ).
25. АТФ-синтетаза - принципы строения в связи с выполняемой функцией. Связь с ЭТЦ.
26. Биофизические основы функционирования АТФ-синтетазы.
27. Особенности молекулы АТФ как универсального макроэргического соединения.
28. Практические приложения биоэнергетики – биотопливные элементы, биосенсоры.
29. Понятие, история становления молекулярной биофизики, связь с другими разделами биологии.
30. Принципы структурной организации биополимеров. Уровни организации. Атомная структура, конформация, конфигурация.

31. Характеристики строения молекул: длина связей, их поляризация, эффективные атомные радиусы. Водородные связи – их роль в формировании макромолекул.
32. Виды взаимодействий в биомолекулах. Ван-дер-Ваальсовы (ориентационные, индукционные, дисперсионные) взаимодействия. Электростатические взаимодействия.
33. Объёмные взаимодействия в макромолекулах. Понятие глобулы и белка, условия их существования.
34. Роль гидрофобных взаимодействий в формировании пространственной структуры белков. Теория Фишера.
35. Вода как уникальное химическое соединение. Кластерная структура воды.
36. Модель “белок-машина”. Молекулярные моторы.
37. Практическое применение – моделирование белковых структур с помощью распределённых вычислений, система Fold.it
38. Принципы строения биомембран, мембранные белки и липиды. Функции биомембран.
39. Становление представлений о структуре биомембран, современная жидкокристаллическая модель.
40. Динамика молекул в мембранах – латеральная диффузия, флип-флоп подвижность.
41. Модельные липидные мембраны – типы, строение, способы получения, использование.
42. Фазовые переходы в липидных биомембранах. Биологическое значение. Понятие и свойства жидких кристаллов.
43. Классификация транспортных процессов в биомембранах. Примеры.
44. Пассивный транспорт. Типы диффузии, мембранные поры.
45. Осмос и фильтрация. Уравнения Фика, Теорелла, Нернста-Планка.
46. Активный транспорт – роль в клетке, типы и примеры.
47. Практическое применение – строение, принципы функционирования натрий-калиевого, кальциевого насосов. Роль в клетке и организме.
48. Понятие(я) нанотехнологии, классификация отраслей нанотехнологии, биологические направления.
49. ДНК как материал для нано-манипулирования. Графен, фуллерен, углеродные нанотрубки – понятие, применение.
50. Приборы нанотехнологических исследований – атомно-силовой микроскоп, электронный микроскоп, лазерный пинцет, ЯМР / ЭПР-спектроскопия – принцип действия, возможности для биологии.

#### Критерии оценки зачёта:

- «зачтено» выставляется, если студент усвоил основную и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой; демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять практические задания, требуемые общекультурные и профессиональные компетенции сформированы; умеет свободно логически, аргументированно, четко и сжато излагать ответы на вопросы с использованием научной терминологии;

- «не зачтено» выставляется, если студент не подготовился к зачёту, не ответил на вопросы или ответил неправильно; показал слабые знания и допустил грубые ошибки;

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1 Основная литература:**

1. Волькенштейн, М.В. Биофизика [Электронный ресурс] : учеб.пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3898>
2. Никиян, А. Биофизика : конспект лекций / А. Никиян, О. Давыдова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2013. - 104 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259291>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Самойлов, В.О. Медицинская биофизика : учебник для вузов / В.О. Самойлов. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб. : СпецЛит, 2013. - 604 с.: табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-299-00518-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253912>.
2. Финкельштейн, А.В. Физика белковых молекул / А.В. Финкельштейн. - Москва; Ижевск: Издательство Института компьютерных исследований, 2014. - 423 с. - ISBN 978-5-4344-0193-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469608>.
4. Андрианов, А.М. Конформационный анализ белков: теория и приложения / А.М. Андрианов; под ред. Г.В. Малаховой. - Минск: Белорусская наука, 2013. - 518 с. - ISBN 978-985-08-1529-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142264>.



5. Биофизическая экология / В.А. Твердислов, А.Э. Сидорова, Л.В. Яковенко, В.Т. Трофимов. - М.: Издательство КРАСАНД, 2012. - 535 с. - ISBN 978-5-396-00419-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468806>.

### 5.3. Периодические издания:

№ п/п	Название издания	Периодичность выхода (в год)	За какие годы хранится	Место хранения	Срок хранения	Рубрикатор
1	Биофизика	6	1959-2013	чз	пост.	биологические науки, экология
2	Успехи физических наук	12	1945-2013	чз	пост.	физико-математические науки
3	Биологические науки	12	1961-1992	чз	пост.	биологические науки, экология
4	Биология. Реферативный журнал. ВИНТИ	12	1970-2013	зал РЖ	пост.	биологические науки, экология
5	Биомедицинская радиоэлектроника	12	2001-	чз	10 лет	физико-математические науки
6	Биотехнология	6	1996-2012	чз	пост.	физико-математические науки

### 6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. [www.kubsu.ru](http://www.kubsu.ru) - официальный сайт Кубанского государственного университета;
2. <http://www.icb.psn.ru> - Институт биофизики клетки
3. <http://www.ibp.ru> - Институт биофизики СО РАН
4. <http://www.kibb.knc.ru/> - Казанский институт биохимии и биофизики
5. <http://www.biophys.msu.ru/> - Кафедра биофизики МГУ
6. <http://biophysics.spbstu.ru/> - Кафедра биофизики СПбГТУ

### 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

#### Лекция:

Работа на лекции является очень важным видом студенческой деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов. Лектор ориентирует студентов в учебном материале. Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал.

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует

сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. или подчеркивать красной ручкой. Целесообразно разработать собственную символику, сокращения слов, что позволит сконцентрировать внимание на важных сведениях. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.). Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе периодические издания соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторном занятии, на общении в контактные часы. Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы. План подготовки к лекции:

- ознакомиться с темой лекции
- ознакомиться с предложенными вопросами
- изучить соответствующий материал
- ознакомиться с литературой по теме

### **Лабораторные работы**

В процессе подготовки к лабораторной работе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, темами и планами лабораторных занятий, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины, провести анализ основной учебной литературы, после чего работать с рекомендованной дополнительной литературой. При устном выступлении по контрольным вопросам лабораторного занятия нужно излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект профессиональных компетенций. По окончании лабораторного занятия следует повторить выводы, сконструированные в ходе устного опроса, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого в течение опроса других учащихся следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации. Схема подготовки к лабораторным работам:

- ознакомиться с темой, целью и задачами работы;
- рассмотреть предложенные вопросы;
- изучить лекционный материал, основную и дополнительную литературу;
- ознакомиться с лабораторными заданиями и ходом их выполнения;
- ознакомиться с оборудованием занятия;
- выполнить задания в соответствии с ходом работы;
- письменно оформить выполненную работу;
- подвести итог и сделать структурированные выводы.

### **Самостоятельная работа**

Самостоятельная работа студентов дисциплине осуществляется с целью углубления, расширения, систематизации и закрепления полученных теоретических знаний, формирования умений использовать документацию и специальную литературу, развития познавательных способностей и активности, а также формирования самостоятельного мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации, развития исследовательских умений. Перед выполнением самостоятельной работы необходимо четко понимать цели и задачи работы, сроки выполнения, ориентировочный объем, основные требования к результатам работы,

критерии оценки. Во время выполнения самостоятельной работы преподаватель может проводить консультации. Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в письменной, устной или смешанной форме, с представлением продукта творческой деятельности студента. В качестве форм и методов контроля самостоятельной работы студентов могут быть использованы лабораторные занятия, коллоквиумы, зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы и др. Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются: уровень освоения студентом учебного материала; умения студента использовать теоретические знания при выполнении индивидуальных заданий; сформированность общеучебных умений; обоснованность и четкость изложения ответа; оформление материала в соответствии с требованиями. План подготовки:

- изучить соответствующий лекционный материал
- изучить основную литературу по теме
- изучить дополнительную литературу по теме
- оформить выполненную работу письменно или в виде презентации в зависимости от задания
- сделать структурированные выводы.

### **Подготовка к зачёту**

При подготовке к зачёту необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу. Основное в подготовке к сдаче зачета - это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдать зачет. При подготовке к сдаче зачета весь объем работы нужно распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнение намеченной работы. В период подготовки к зачету студент вновь обращается к уже изученному (пройденному) учебному материалу. Подготовка включает в себя три этапа: самостоятельная работа в течение семестра; непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса. Для успешной сдачи указанные в рабочей программе формируемые компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы; готовиться к зачету необходимо начинать с первой лекции и первой лабораторной работы.

### **Подготовка презентаций:**

- знакомиться с темой, целью и задачами
- составить план презентации согласно освоенному теоретическому материалу
- произвести поиск в лекционном материале, основной и дополнительной литературе фактического материала по теме
- произвести поиск иллюстративного материала в сети "интернет"
- составить презентацию при помощи специализированного ПО
- составить доклад по иллюстративному материалу презентации
- отрепетировать презентацию перед сдачей

### **Коллоквиумы:**

- ознакомиться с темой и вопросами коллоквиума
- изучить лекционный материал
- изучить основную литературу по теме
- изучить дополнительную литературу по теме
- написать ответ на предложенный вопрос
- объем письменного ответа от 3 до 4 страниц, время выполнения до 90 минут

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

- Консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лабораторных занятий.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

№ п/п	№ договора	Перечень лицензионного программного обеспечения
1.	№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510	Microsoft Windows 8, 10
2.	№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510	Microsoft Office Professional Plus
3.	Дог. №344/145 от 28.06.2018	Предоставление неисключительных имущественных прав на использование программного обеспечения «Антиплагиат» на один год
4.	Контракт №74-АЭФ/44-ФЗ/2017 от 05.12.2017	Бессрочная лицензия на 25 пользователей: StatSoft Statistica Ultimate Academic for Windows 10 Russian/13 English Сетевая версия (Concurrent User)

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

- «Консультант Плюс»,
- «Гарант».

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитории 422, 425, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, аудиосистема) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
2.	Лабораторные занятия	Аудитория 419, оснащенная лабораторным оборудованием по курсам биофизики и физиологии растений; учебные таблицы; проектор Epson, подвесной экран, ноутбук. Учебная мебель.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 410, (кабинет), оснащенный переносным мультимедийным оборудованием (проектор, экран, ноутбук). Учебная мебель
4.	Текущий контроль,	Аудитория 419, 412 оснащенная лабораторным

	промежуточная аттестация	оборудованием по курсам биофизики и физиологии растений; учебные таблицы; проектор Epson, подвесной экран, ноутбук. Учебная мебель.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы 437, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Зал библиотеки КубГУ оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

