

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 Биохимия

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

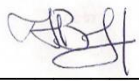
Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

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

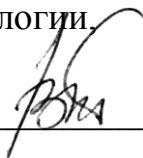
Программу составил:

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.



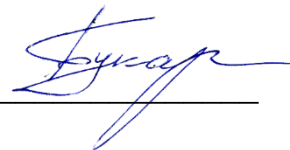
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) Биохимии и физиологии, протокол № 10 от 23 мая 2019 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Хаблюк 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>                          | 72   | 72   |  |
|                                                                       | <b>в том числе контактная работа</b> | 40.2 | 40.2 |  |
|                                                                       | <b>зач. ед.</b>                      | 2    | 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 | СРС                  |
| 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 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. | 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.<br>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.<br>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. Хемиоосмотическая 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.<br>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 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 распределённых вычислений, система Fold.it |              |
| 6. | Раздел 6.<br>Биофизика<br>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.<br>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 3. Фотобиологические процессы                  | <i>Занятие 3.</i> Фотометрия, практические приложения закона Бугера-Ламберта-Бэра.                                                                                                                       | Коллоквиум №3                   |
| 4 | Раздел 4. Биоэнергетика                               | <i>Занятие 4.</i> Моделирование процессов биоэлектrogenеза в микробных топливных элементах                                                                                                               | Коллоквиум №4                   |
| 5 | Раздел 5. Молекулярная биофизика                      | <i>Занятие 5.</i> Некоторые закономерности фолдинга белков. Моделирование на примере программы Fold.it                                                                                                   | Коллоквиум №5                   |
| 6 | Раздел 6. Биофизика мембран. Раздел 7. Нанотехнологии | <i>Занятие 6.</i> Биоллектрохимические процессы с применением протонселективных мембран. <i>Занятие 7.</i> Практическое применение нанотехнологического оборудования КубГУ в биологических исследованиях | Коллоквиум №6.<br>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.<br>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 практическим 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-калиевого, кальциевого 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 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
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 сдавать 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<br>Соглашение Microsoft<br>ESS 72569510 | Microsoft Windows 8, 10                                                                                                                              |
| 2.    | №73–АЭФ/223-ФЗ/2018<br>Соглашение Microsoft<br>ESS 72569510 | Microsoft Office Professional Plus                                                                                                                   |
| 3.    | Дог. №344/145 от<br>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<br>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, 412 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, промежуточная         | Аудитория 419, 412 оснащенная лабораторным оборудованием по курсам биофизики и физиологии                                                                                      |

|    |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | аттестация             | 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.<br>Зал библиотеки КубГУ оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |

