

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

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Иванов А.Г.

« 30 » июня 2017 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 2017

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 № 21 от 26 июня 2017 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Тюрин В.В.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) Биохимии и физиологии, протокол № 8 от 26 июня 2017 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Хаблюк В.В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета протокол № 8 «28» июня 2017 г.

Председатель УМК факультета Ладыга Г.А.
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, читается на 4 курсе в 7 семестре.

Курс "Биофизика" является одной из базовых учебных дисциплин профессионального цикла подготовки бакалавров по направлению 06.03.01 Биология по профилям: Биоэкология, Биохимия, Генетика, Зоология, Микробиология. Для усвоения курса студенту необходимо ориентироваться в проблемах изучаемых в предметах «Математика», «Химия», «Зоология», «Ботаника», «Человек», «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	Основы строения и функционирования биологических систем с точки зрения физических законов, в том	Пользоваться физическим оборудованием в биологических	Навыками оперирования термодинамическими константами

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		владением знанием механизмов гомеостатической регуляции; владением основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем	числе термодинамики	исследованиях	
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	
Контактная работа, в том числе:			-
Аудиторные занятия (всего)	40	40	
Занятия лекционного типа	12	12	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)			
Лабораторные занятия	24	24	
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2	
Самостоятельная работа, в том числе			

Курсовая работа				
Проработка учебного (теоретического) материала		16	16	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		15,8	15,8	
Контроль:				
Подготовка к экзамену				
Общая трудоемкость	час.	72	72	
	в том числе контактная работа	40.2	40.2	
	зач. ед.	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	Устный опрос

		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.	
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. 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	Устный опрос
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	Занятие 1. Физические принципы в приборах для биологических исследований.	Коллоквиум №1
2	Раздел Термодинамика биологических систем	2. Занятие 2. Термодинамические расчеты некоторых параметров биологических систем	Коллоквиум №2
3	Раздел Фотобиологические процессы	3. Занятие 3. Фотометрия, практические приложения закона Бугера-Ламберта-Бэра.	Коллоквиум №3
4	Раздел Биоэнергетика	4. Занятие 4. Моделирование процессов биоэлектrogenеза в микробных топливных элементах	Коллоквиум №4
5	Раздел Молекулярная биофизика	5. Занятие 5. Некоторые закономерности фолдинга белков. Моделирование на примере программы Fold.it	Коллоквиум №5
6	Раздел Биофизика мембран. Раздел Нанотехнологии	6. Занятие 6. Биолетрoхимические процессы с применением протонселективных мембран. Занятие 7. 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 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

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 экзамене;

– 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 - 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 практическими 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 экзамен. 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 экзамену по темам курса. Для успешной сдачи указанные в рабочей программе формируемые компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы; готовиться к экзамену необходимо начинать с первой лекции.

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, 412 оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, аудиосистема) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 410, (кабинет)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 412, 419.
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
--	--	---

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу по дисциплине
«Биофизика»
направления 06.03.01 Биология

Рабочая программа по дисциплине «Биофизика» для студентов биологического факультета ФГБОУ ВО "КубГУ" составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного Образовательного стандарта третьего поколения. Программа составлена в полном соответствии с требованиями учебного плана по направления 06.03.01 Биология.

Рабочая программа предполагает распределение тем и изучение материала по разделам. Грамотно структурирована, и охватывает все актуальные направления по дисциплине на сегодняшний день.

Все разделы рабочей программы направлены на формирование требуемых стандартом компетенций, в полной мере отвечают требованиям к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС ВО третьего поколения. Каждый раздел программы раскрывает рассматриваемые вопросы в логической последовательности, определяемой закономерностями обучения студентов.

Для закрепления теоретических знаний, формирования требуемых компетенций, умений и навыков студентов предусматриваются как аудиторные, так и самостоятельные занятия. Количество аудиторных занятий и внеаудиторной работы студентов соответствует требованиям учебного плана.

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляются в строгом соответствии с требованиями учебного плана по дисциплине. Разработанные и предлагаемые в программе формы и методы, позволяют в полной мере осуществлять контроль и оценку результатов обучения (сформированных компетенций, освоенных навыков и умений, усвоенных знаний).

Перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет-ресурсов, основной литературы включает актуальные источники, к которым у студентов имеется свободный доступ.

Данная рабочая программа может быть рекомендована для изучения дисциплины «Биофизика» на биологическом факультете ФГБОУ ВО "КубГУ".

Рецензент



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

на рабочую программу по дисциплине
«Биофизика»
направления 06.03.01 Биология

Рабочая программа предполагает распределение тем и изучение материала по разделам. Грамотно структурирована, и охватывает все актуальные направления по дисциплине на сегодняшний день.

Для закрепления теоретических знаний, формирования требуемых компетенций, умений и навыков студентов предусматриваются как аудиторные, так и самостоятельные занятия. Количество аудиторных занятий и внеаудиторной работы студентов соответствует требованиям учебного плана.

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляются в строгом соответствии с требованиями учебного плана по дисциплине. Разработанные и предлагаемые в программе формы и методы, позволяют в полной мере осуществлять контроль и оценку результатов обучения (сформированных компетенций, освоенных навыков и умений, усвоенных знаний).

Перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет-ресурсов, основной литературы включает актуальные источники, к которым у студентов имеется свободный доступ.

Данная рабочая программа может быть рекомендована для изучения дисциплины «Биофизика» на биологическом факультете ФГБОУ ВО "КубГУ".

James

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

Подпись Никитова Н.М. заверено
344. отделом кадров Мин. 2 Орлов



Всего 6 А.