ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра биофизики

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научно-методической
и учебной работе
_____ Е.И.Скафа
« 28 » июня 2017 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Направление подготовки: 06.04.01 Биология

Профиль подготовки: _____

Образовательный уровень выпускника: Магистр

Форма обучения: очная, заочная

Донецк 2017

УТВЕРЖДАЮ:
Декан биологического факультета

_____ О.С. Горецкий

"26" июня 2017 г.

Программа учебной дисциплины **«Математическое моделирование биологических процессов»** составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от "28" сентября 2016г. № 1002, зарегистрированному в Министерстве юстиции ДНР от 20 октября 2016 г. № 1652 и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утверждённого приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики «30» октября 2015 г. № 750, учебных планов по направлению подготовки 06.04.01 Биология (Профиль: Биофизика), утвержденных Ученым Советом Университета от 31.03.2017 г., протокол № 3 и основной образовательной программы, утвержденной приказом ректора (№ 77/05 от 06.05 2017 г.).

Разработчик:
к.ф.-м.н., доцент кафедры биофизики _____А.А. Гусев

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры биофизики

Протокол № 16 от "15 мая 2017 г.

Зав. кафедрой _____ С.В. Беспалова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией биологического факультета

Протокол № 10 от "23" июня 2017 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета _____Е.В. Прокопенко

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе: курс «Математическое моделирование биологических процессов» входит в базовую часть профессионального блока дисциплин подготовки студентов по направлению 06.04.01 Биология. Дисциплина реализуется на биологическом факультете ДонНУ кафедрой биофизики.

Основывается на базе дисциплин: Математика, Биофизика, Информатика и современные информационные технологии. Является основой для изучения следующих дисциплин: Научно-исследовательская работа, Научно-педагогическая практика, Преддипломная практика.

2. **Нормативные ссылки** *(при необходимости)*

3. **Структура дисциплины**

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения	заочная форма обучения
Образовательный уровень	Магистр	
Направление подготовки	06.04.01 Биология	
Профиль		
Количество содержательных модулей (тем)	6 (16)	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Дисциплина базовой части ОП	
Формы контроля	*текущий, модульный контроль, промежуточная аттестация (зачет)*	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	3,5	3,5
Количество часов	126	126
Год подготовки	1	1
Семестр	2	
Количество часов		
- лекционных	14	4
- практических, семинарских		
- лабораторных	14	4
- самостоятельной работы	98	118
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов, т.ч.	9	
аудиторных	2	

4. **Описание дисциплины**

Цели и задачи.

Цель – формирование у студентов базовых фундаментальных знаний по основам математического моделирования, формирование общего культурного кругозора в области применения математических методов, формирование необходимых знаний для использования современных компьютерных технологий в качестве инструмента решения практических задач; формирование у студентов навыков, необходимых для построения, анализа и интерпретации результатов, полученных с помощью простейших математических моделей.

Задачи – овладеть базовыми понятиями и методами построения математических моделей; углубить системные знания в области математического анализа и дифференциальных уравнений, овладеть методами упрощения систем кинетических уравнений; приобрести навыки по построению моделей Мальтуса, Ферхюльста и Лотки-Вольтерра с помощью программы MathCad; приобрести навыки анализа и интерпретации полученных с помощью математических моделей результатов.

Требования крезультатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки 06.04.01 Биология:

а)*общекультурных (ОК):*

способность к абстрактному мышлению, критическому анализу информации (ОК-1);

готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);

готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

б)*общепрофессиональных (ОПК):*

готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственных и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);

готовность использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач (ОПК-3);

способность самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу и выполнять полевые, лабораторные биологические и медико-биологические исследования с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, нести ответственность за качество работ и научную достоверность результатов (ОПК-4);

готовность применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач (ОПК-7);

в) профессиональных (ПК) :

научно-исследовательская деятельность:

способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры (ПК-1);

способность планировать и реализовывать профессиональные мероприятия (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры) (ПК-2);

способность применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру, вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры) (ПК-3);

способность осваивать новые теории, модели, методы исследования, навыки разработки новых методических подходов с учетом целей и задач исследования (ПК-4);

организационно-управленческая деятельность:

способность планировать и проводить мероприятия по оценке состояния и охране природной среды, организовать мероприятия по рациональному природопользованию, оценке и восстановлению биоресурсов (ПК-8);

лабораторно-диагностическая деятельность:

- способность проводить разнообразные физиологические, морфологические, иммунологические, биохимические и психофизиологические исследования и анализировать их результаты (ПК-10).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

ориентироваться: в круге основных проблем, возникающих при компьютерном моделировании биологических явлений и других динамических систем;

знать: основные понятия и методы построения математических моделей роста популяции (на примере моделей Мальтуса и Ферхюльста), а также моделей, описываемых системами двух дифференциальных уравнений (на примере модели Лотки-Вольтерра и модели Гаузе); базовые модели, используемые в биофизике и экологии; способы анализа и интерпретации полученных с помощью математических моделей результатов; метод изоклин, метод функций Ляпунова исследования устойчивости стационарного состояния; базовые

модели, применяемые при описании процессов мышечного сокращения, основные понятия и методы, применяемые при моделировании биохимических реакций и ферментативной кинетики; основные особенности триггерных биологических систем и способов их представления в виде математических моделей; основные принципы моделирования автоколебательных процессов в биологических системах;

уметь: строить простейшие математические модели; пользоваться существующими методами упрощения систем кинетических уравнений; анализировать и интерпретировать полученные с помощью математических моделей результаты; решать и анализировать результаты, полученные с помощью простейших математических моделей, вручную и с помощью программы MathCad;

владеть: навыками построения простейших математических моделей биологических процессов; методами упрощения систем кинетических уравнений; анализа и интерпретации полученных результатов; умениями по решению математических моделей, описывающих динамику численности популяций, кинетику ферментативных реакций, мышечное сокращение, автоколебательные и автоволновые процессы в биологических системах; основами методики численного решения систем дифференциальных уравнений с помощью ЭВМ.

5. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Курс дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студента.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов преподавания.

Использование в учебном процессе интернет-ресурсов по данному курсу; рассмотрение задач, максимально приближенных к конкретным научно-исследовательским ситуациям, которые приходилось решать для построения моделей соответствующих биологических процессов, элементами дискуссии и полемикой в процессе поиска путей решения сформулированных проблем; тесты и контрольные работы.

Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к лабораторным занятиям, изучение учебной и методической литературы, составление конспектов, аннотаций статей, защита презентаций и докладов, обработку полученных результатов, анализ полученных результатов

Порядковый номер и тема	**Краткое содержание темы**
Содержательный модуль1. Методы исследования кинетических систем	
Тема 1	Понятие математической модели и задачи моделирования. Особенности биологических систем.
Тема 2	Элементы качественных методов исследования динамических систем. Классификация стационарных точек.
Содержательный модуль 2. Динамические модели взаимодействия видов	
Тема 3	Простейшие математические модели роста численности популяции.
Тема 4	Модели А. Лотки и В. Вольтерра.
Тема 5	Сосуществование видов - модель Гаузе.
Тема 6	Дальнейшее развитие популяционных моделей.
Содержательный модуль 3. Иерархия времён в биологических системах.	
Тема 7	Методы упрощения систем кинетических уравнений.
Тема 8	Кинетика ферментативных реакций. Роль ингибиторов.
Тема 9	Субстратное ингибирование.
Тема 10	Гистерезисные явления в ферментативных системах. Модель генетического триггера Жакоба-Моно.

Содержательный модуль 4. Моделирование мышечного сокращения.	
Тема 11	Основные экспериментальные сведения. Модель скользящих нитей. Механические свойства мышцы. Уравнение Хилла Модель мышечного сокращения В.И.Дещеревского.
Содержательный модуль 5. Колебательные процессы в биологии.	
Тема 12	Математическая модель гликолиза.
Тема 13	Автокаталитические системы – «брюсселятор»
Содержательный модуль 6. Распределенные кинетические системы.	
Тема 14	Роль процессов диффузии. Базовые модели распределенных систем.
Тема 15	Классификация автоволновых процессов.
Тема 16	Бифуркации Тьюринга. Модель Пригожина-Лефевра-Николиса.

Тематический план

	Содержательный модуль 1											
Названия содержательных модулей и тем	**Количество часов**											
	Очная форма						**Заочная форма**					
	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1	7	1			6		9	1			8	
Тема 2	9	1		2	6		11	1		2	8	
Итого по содержательному модулю 1	16	2		2	12		20	2		2	16	

	Содержательный модуль 2											
Названия содержательных модулей и тем	**Количество часов**											
	Очная форма						**Заочная форма**					
	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 3	7	1			6		7				7	
Тема 4	8			2	6		9			2	7	
Тема 5	7	1			6		8				8	
Тема 6	7				7		8				8	
Итого по содержательному модулю 2	29	2		2	25		32			2	30	

	Содержательный модуль 3											
Названия содержательных модулей и тем	**Количество часов**											
	Очная форма						**Заочная форма**					
	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 7	7	1			6		7				7	
Тема 8	7	1			6		7				7	
Тема 9	7	1			6		7				7	
Тема 10	7	1			6		7				7	
Итого по содержательному модулю 3	28	4			24		28				28	

	Содержательный модуль 4											
Названия содержательных модулей и тем	**Количество часов**											
	Очная форма						**Заочная форма**					
	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 11	16	1		8	7		8				8	
Итого по содержательному модулю 4	16	1		8	7		8				8	

Названия содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 5											
	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 12	8	2			6		9	2			7	
Тема 13	6				6		7				7	
Итого по содержательному модулю 5	14	2			12		18				14	

Названия содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 6											
	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 14	7	1			6		7				7	
Тема 15	9	1			6		7				7	
Тема 16	7	1			6		7				7	
Итого по содержательному модулю 6	23	3		2	18		21				21	
Всего часов по курсу	126	14		14	98		126	4		4	118	

6. Темы семинарских занятий.

7. Темы практических занятий.

8. Темы лабораторных занятий.

	Тема лабораторного занятия
Лабораторная работа 1	Решение задач по теме Классификация и исследование устойчивости стационарных точек.
Лабораторная работа 2	Модель Лоттки-Вольтерра. Нахождение параметров модели.
Лабораторная работа 3	Кинетическая модель мышечного сокращения
Лабораторная работа 4	Моделирование процессов сокращения летательных мышц насекомых.
Лабораторная работа 5	Модель Пригожина-Лефевра-Николиса (брюсселятор)

9. Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа студентов предусматривает учебной и методической литературы, составление конспектов, а также подготовку к лабораторным занятиям.

№	Вид работы	Баллы	Количество часов	
			дневная форма	заочная форма
1	Изучение учебной и методической литературы	6	50	60
2	Составление конспектов и подготовка к лабораторным работам	6	48	58
Всего		**12**	**98**	**118**

10.Индивидуальные задания.

11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации.

Вопросы к модульному контролю

1. Понятие математической модели.
2. Особенности моделирования биологических систем.
3. Методы исследования дифференциальных уравнений.
4. Общая форма математической модели.
5. Определение устойчивости.
6. Классификация особых точек.
7. Бифуркации.
8. Принцип "узкого места".
9. Фазовый портрет
10. Модель химических реакций Лоттки.
11. Модель Вольтерра.
12. Модель "хищник-жертва" с учетом самоограничения (поправка Ферхюльста).
13. Модель, описывающая два конкурирующих вида. Закон Гаузе.
14. Обзор популяционных моделей. Модель Розенцвейга и Мак-Артура.
15. Модель мышечного сокращения Дещеревского.
16. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
17. Биологические триггеры. Методы переключения.
18. Устойчивость стационарных состояний распределенных систем на примере одного уравнения.
19. Устойчивость стационарных состояний распределенных систем – общий случай.
20. Общий вид базовой модели распределенной системы. Классификация автоволновых процессов.

Вопросы к зачету

1. Понятие математической модели задачи математического моделирования в биологии.
2. Особенности биологических систем и выбор математического аппарата.
3. Типы дифференциальных уравнений и методы их исследования.
4. Методы уменьшения числа параметров на примере обратимой химической реакции 1-го рода.
5. Общая форма математической модели. Понятие особых точек и изоклин. Определение устойчивости.
6. Классификация особых точек.
7. Бифуркации. Предельные циклы.
8. Особые точки на примере оссцилятора с трением.
9. Иерархия времен в биологических системах. Принцип "узкого места".
10. Теорема Тихонова. Особенности Фазового портрета системы 2-х уравнений при наличии "узкого места".
11. Пример нарушения требований теоремы Тихонова. Случай S-образной притягивающей изоклины.
12. Модель химических реакций Лоттки.
13. Модель Вольтерра.
14. Модель "хищник-жертва" с учетом самоограничения (поправка Ферхюльста).
15. Модель, описывающая два конкурирующих вида. Закон Гаузе.
16. Обзор популяционных моделей. Модель Розенцвейга и Мак-Артура.
17. Модель мышечного сокращения Дещеревского.
18. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
19. Роль ингибиторов. Конкурентное ингибирование.
20. Неконкурентное ингибирование.
21. Бесконкурентное ингибирование.
22. Субстратное ингибирование.
23. Гистерезисные явления в ферментативных системах.
24. Модель генетического триггера Жакоба и Моно.
25. Биологические триггеры. Методы переключения.
26. Колебательные процессы в биологии. Модель гликолиза.
27. Автокаталитические системы. Точечная модель Пригожина, Лефевра, Николиса.
28. Математические модели распределенных систем. Роль процессов диффузии.
29. Общий вид математической модели распределенной системы. Типы граничных условий.
30. Устойчивость стационарных состояний распределенных систем на примере одного уравнения.
31. Устойчивость стационарных состояний распределенных систем – общий случай.
32. Общий вид базовой модели распределенной системы. Классификация автоволновых процессов.
33. "Брюсселятор" - случай распределенной системы. Понятие диссипативной структуры.

12.Образец экзаменационного билета

13.Образец тестового задания *(при наличии)*

14. Критерии оценивания

Зачет заключается в оценке усвоения студентом учебного материала по учебной дисциплине исключительно на основе результатов выполнения им определенных видов работ на лекционных и лабораторных занятиях. Семестровый зачет выставляется по результатам текущего контроля и предусматривает обязательное присутствие студента.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются текущий контроль и промежуточная аттестация (зачет).

Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре (выполнение лабораторных работ, индивидуальных заданий, заданий для самостоятельной работы) и тестовый контроль знаний или устный опрос.

Целью промежуточной аттестации по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Зачетные модули	**Форма контроля**	**Баллы**
Содержательный модуль 1	Выполнение лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	2
Содержательный модуль 2	Выполнение лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	2
Содержательный модуль 3	Выполнение лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	2
Содержательный модуль 4	Выполнение лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	2
Содержательный модуль 5	Выполнение лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	2
Содержательный модуль 6	Выполнение лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	2
Модульный контроль	Устный опрос	28
Общий итог		**100**

Шкала оценивания

Оценка ECTS	Сумма баллов за все виды учебной деятельности в семестре	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для проведения **лекционных занятий** требуется аудитория на группу, оборудованная мультимедийным проектором и экраном.

Для обеспечения **лабораторных занятий** по данному курсу предоставляются два компьютерных класса (ауд.617, ауд.611 X учебного корпуса). В классах установлено оборудование:

1. Компьютеры Roma PC на базе Intel Core;
2. ПК комплект HP 3500 Series MTPC/Cupertino3/FreedosOS/Celeron G540 CPU/500GBRAM;
3. Принтер Samsung ML-1710P;
4. Проектор Sharp;

5. Экран проекционный;
6. Доска белая магнитно-маркерная

Все ПК объединены в локальную сеть с автоматическим выходом в корпоративную сеть и глобальную сеть Интернет

16. Рекомендованная литература

Основная

1 Гусев А.А. Математическое и компьютерное моделирование в биологии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие/ А. А . Гусев, С. В. Беспалова – Донецк : ДонНУ, 2017 – Электронные данные (1 файл).
2 Беспалова С.В. Математичні моделі біологічних процесів : учебное пособие / С.В.Беспалова, О.А. Гусєв. — Донецьк, ДонНУ, 2012. — 189 с. – Электронные данные (1 файл).
3 Статистические методы в биологических исследованиях: теория и практика [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост.: О.И.Доценко, Г.В.Тарадина, С.В.Беспалова.- Донецк: ДонНУ, 2013.- 162 с. – Электронные данные (1 файл)
4 Основы математической обработки экспериментальных данных в биологии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / сост.: Е.В. Тимошенко. – Донецк: ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).

Дополнительная

1 Виленкин, И. В. Высшая математика : интегралы по мере. Дифференциальные уравнения. Ряды / И. В. Виленкин, В. М. Гробер, О. В. Гробер. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2011. - 300 с. (2 экз.)
2 Шипачев, В. С. Высшая математика : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / В. С. Шипачев. - Изд. 8-е. - Москва : Высш. шк., 2011. - 479 с. (3 экз.)
3 Беляев, Н. Н. Математическое моделирование в задачах экологической безопасности и мониторинга чрезвычайных ситуаций / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, П. Б. Машихина. - Днепропетровск : Акцент ПП, 2013. - 158 с.(1экз.)
4 Шалдырван, В. А. Дифференциальные уравнения : учеб. пособие / В. А. Шалдырван, К. В. Медведев. - М. : Вузовская книга, 2008. - 356 с. (8 экз.)
5 Эльсгольц, Л. Э. Дифференциальные уравнения : учебник для физ. и физ.-мат. фак. ун-тов / Л. Э. Эльсгольц. - Изд. 7-е. - Москва : Изд-во ЛКИ : URSS, 2008. - 309 с. (30 экз.)
6 Самарский, А. А. Математическое моделирование : Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - 2-е изд. - М. : Физматлит, 2005. - 320 с. (6 экз.)
7 Современные проблемы вычислительной математики и математического моделирования : В 2 т. Т. 2 : Математическое моделирование / Рос. акад. наук ; Ин-т вычислит. математики ; [Отв. ред. В. П. Дымников]. - М. : Наука, 2005. - 405 с. (1 экз.)
8 Михеева, Е. В. Информационные технологии в профессиональной деятельности : учеб. пособие / Е. В. Михеева. - Москва : Проспект, 2013. - 448 с. (3 экз.)

17. Информационные ресурсы

1. http://www.urait.ru/uploads/pdf_review/978-5-9916-8159-9.pdf — Г.Ю. Ризниченко. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии (учебное пособие для бакалавриата и магистратуры).
2. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28064/1/978-5-7996-0975-7.pdf — Математическое моделирование живых биосистем. Под ред. О.Э. Соловьевой (учебное пособие).
3. http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22207/06_44_001048.pdf — А.И. Скоринкин. Математическое моделирование биологических процессов (учебно-методическое пособие).

4. http://spkurdyumov.ru/education/kurs-lekcij-matematicheskie-modeli-v-biologii/ — курс лекций «Математические модели в биологии».

18. Программное обеспечение (при наличии)

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201____ год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____ .

Заведующий кафедрой биофизики С.В. Беспалова

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201____ год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____ .

Заведующий кафедрой биофизики С.В. Беспалова

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201____ год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____ .

Заведующий кафедрой биофизики С.В. Беспалова

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201____ год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____ .

Заведующий кафедрой биофизики С.В. Беспалова

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201____ год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____ .

Заведующий кафедрой биофизики С.В. Беспалова