

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра биофизики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической  
и учебной работе

\_\_\_\_\_  
" 22 " \_\_\_\_\_ 2016 г.



**Рабочая программа учебной дисциплины**  
**«Избранные главы теоретической биофизики»**

Направление подготовки (специальность): 06.03.01 Биология

Образовательный уровень выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная, заочная

Донецк 2016



**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан биологического факультета

О.С. Горецкий

«21» «декабря» 2016 г.

Программа учебной дисциплины «Избранные главы теоретической биофизики» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от «20» апреля 2016 г. № 457, зарегистрированному в Министерстве юстиции ДНР от 01 августа 2016 г. № 1437, и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. №750.

Разработчик:

ст. преподаватель кафедры биофизики

А.А. Губарев

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры биофизики

Протокол № 1 от "29" августа 2016 г.

Зав. кафедрой

С.В. Беспалова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией биологического факультета

Протокол № 2 от "21" октября 2016 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета

Е.В. Прокопенко

**1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе:** учебная дисциплина «Избранные главы теоретической биофизики» является вариативной частью профессионального блока дисциплин подготовки студентов по направлению 06.03.01 Биология.

Дисциплина реализуется на биологическом факультете ГОУ ВПО «ДонНУ» кафедрой биофизики, основывается на базе предшествующих дисциплин: Математика, Физика, Информатика и современные информационные технологии, Введение в биофизику, Физические методы в биологии, Избранные главы высшей математики, является основой для изучения следующих дисциплин: Биофизика, Дифференциальные уравнения в биологии и медицине, Экологическая биофизика, Большой практикум и методика биологического эксперимента в школе и будущей профессиональной деятельности.

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

**3. Структура дисциплины (модуля)**

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения на базе		заочная форма обучения на базе		
	ОСО	СПО (сокращ.)	ОСО	СПО (сокращ.)	ВПО (сокращ.)
Образовательный уровень:	Бакалавр				
Направление подготовки	06.03.01 Биология				
Профиль					
Количество содержательных модулей (тем)	2				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы <sup>1</sup>	Вариативная часть, профессиональный блок				
Формы контроля	Модульный контроль, зачет				
Показатели	очная форма обучения на базе		*заочная форма обучения на базе		
	ОСО	* СПО (сокращ.)	ОСО	СПО (сокращ.)	ВПО (сокращ.)
Количество зачетных единиц (кредитов)	2		2		
Количество часов	72		72	72	
Год подготовки	4		4	3	
Семестр	7				
Количество часов					
- лекционных	12		4	4	
- практических, семинарских				-	
- лабораторных	12		4	4	
- самостоятельной работы	48		64	64	
в т.ч. индивидуальное задание					
Недельное количество часов, т.ч.					
аудиторных	1+1		4+4	4+4	

ОСО – общее среднее образование

СПО – среднее профессиональное образование

ВПО – высшее профессиональное образование

1-в соответствии с ОП (образовательной программой)

#### **4. Описание дисциплины**

##### **Цели и задачи**

**Цель** – изучение избранных моделей, изучаемых в биофизике распределённых систем и методах их исследования, как базы для анализа получаемой полевой и лабораторной



биологической информации с использованием современной вычислительной техники и программного обеспечения.

**Задачи** – изучение распределенных моделей изолированных и взаимодействующих популяций, методов их исследования; получение навыков использования пакетов, позволяющих находить численное решение уравнений в частных производных; получение навыков проверки не вполне строго полученных теоретических результатов и правдоподобия гипотез о распределённых системах; биологическая интерпретация полученных результатов.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки 06.03.01 Биология:

**а) общекультурных (ОК):**

способности к самоорганизации и самообразованию (ОК-13);

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

способность применять базовые знания фундаментальных разделов математики и математических методов в биологии для освоения математического аппарата биологических наук (ОПК-1);

способность применять знания фундаментальных разделов физики, химии, наук о Земле для освоения основ биологии (ОПК-3);

способность применять в профессиональной деятельности современные представления о принципах структурной и функциональной организации биологических объектов и механизмах их гомеостатической регуляции; владеть основными методами анализа и оценки состояния живых систем (ОПК-6);

**в) профессиональных (ПК):**

*научно-исследовательская деятельность*

владеть базовыми методами первичной математической и статистической обработки экспериментальных данных; умению анализировать и интерпретировать полученные результаты на основании современных литературных источников (ПК-2);

иметь навыки использования основных технических средств поиска научной биологической информации, пакетов прикладных компьютерных программ, работы с профессиональной информацией в глобальных компьютерных сетях (ПК-3);

владение химическими, бактериологическими и биофизическими методами исследований различных биологических материалов (ПК-8);

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

**ориентироваться:** в основных типах моделей распределённых систем и методах их исследования;

**знать:** рассмотренные в курсе модели распределённых биологических систем; численные методы решения задач для уравнений типа реакция — диффузия;

**уметь:** качественно исследовать избранные модели теоретической биофизики; формулировать задачи, описывающие распределённые биологические системы; анализировать и интерпретировать численно полученные решения;

**владеть:** навыками использования математических пакетов для нахождения численных решений, планирования численного эксперимента, анализа и биологической интерпретации полученных результатов.

## 5. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Курс дисциплины «Избранные главы теоретической биофизики» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные занятия и самостоятельная работа студента.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративного метода преподавания. При проведении лекций широко используются раздаточные материалы. Для выполнения численных расчетов на лабораторных работах используются пакеты Maple и

MatLab, FlexPDE. Излагаются краткие сведения по этим пакетам, достаточные для освоения программы дисциплины.

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<i>Содержательный модуль 1. Распространение волн плотности численности</i>
<b>Тема 1.</b> Примеры распределённых биологических моделей	Примеры распределённых биологических моделей. Различные задачи для уравнений в частных производных параболического типа. Численные методы решения: метод конечных разностей; сведение к численному интегрированию системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
<b>Тема 2.</b> Распространение волн плотности численности в изолированных популяциях	Распространение волн в модели Колмогорова — Петровского — Пискунова. Распространение волн в случае локальной функции роста с критической плотностью (популяции типа Олли).
<b>Тема 3.</b> Модели, учитывающие таксис	Различные виды таксиса. Системы диффузия — реакция — таксис. Модель Келлера — Сегеля.
	<i>Содержательный модуль 2. Системы реакция—диффузия в ограниченной области</i>
<b>Тема 4.</b> Неоднородные решения уравнения Фишера — Колмогорова	Неоднородные решения стационарного уравнения Фишера — Колмогорова с логистической функцией локального роста. Неоднородные решения стационарного уравнения Фишера — Колмогорова с функцией локального роста, описывающей популяцию типа Олли.
<b>Тема 5.</b> Диффузионная неустойчивость	Понятие диффузионной неустойчивости. Диффузионная неустойчивость в системе хищник — жертва на отрезке.
<b>Тема 6.</b> Диссипативные структуры в случае многомерной пространственной области	Формирование диссипативных структур в случае двумерных ареалов в форме круга и прямоугольника.

## Тематический план (заполняется согласно учебному плану)

	Содержательный модуль 1																					
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов																					
	Очная форма						Заочная форма															
							на базе общего среднего образования					на базе среднего профессионального образования					на базе высшего профессионального образования					
	Всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.		
лекции		практические	Лабораторные	самостоятель ная работа	индивидуаль ная работа	Лекции		Практические	лабораторные	самостоятель ная работа	индивидуаль ная работа	лекции		практические	лабораторные	самостоятель ная работа	индивидуаль ная работа	лекции		практические	самостоятель ная работа	индивидуаль ная работа
Тема 1 Примеры распределённых биологических моделей	10	2		2	6		11	1		0	10		11	1		0	10					
Тема 2 Распространение волн плотности численности в изолированных популяциях	10	2		2	8		13			1	12		13			1	12					
Тема Модели, учитывающие таксис	10	2		2	6		13	1		0	12		13	1		0	12					
Итого по 1 содержательному модулю	30	6		6	20		37	2		1	34		37	2		1	34				0	



Содержательный модуль 2																							
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов																						
	Очная форма						Заочная форма																
							на базе общего среднего образования						на базе среднего профессионального образования					на базе высшего профессионального образования					
	Всего	В т.ч.					всего	В т.ч.					всего	В т.ч.					всего	В т.ч.			
лекции		практические	Лабораторные	самостоятель ная работа	индивидуальн ая работа	Лекции		практические	Лабораторные	самостоятель ная работа	индивидуальн ая работа	лекции		практические	лабораторные	самостоятель ная работа	индивидуальн ая работа	лекции		практические	самостоятель ная работа	индивидуальн ая работа	
Тема 4 Неоднородные решения уравнения Фишера — Колмогорова	12	2		2	10		13	1		0	12		13	1		0	12						
Тема 5 Диффузионная неустойчивость	12	2		2	10		14	1		1	12		14	1		1	12						
Тема 6 Диссипативные структуры в случае многомерной пространственной области	12	2		2	8		8	0		2	6		8	0		2	6						
Итого по содержательному модулю 2	36	6		6	28		35	2		3	30		35	2		3	30						
Всего часов по модулю	72	12		12	48		72	4		4	64		72	4		4	64						

6. Темы семинарских занятий  
 7. Темы практических занятий  
 8. Темы лабораторных занятий

3. Темы лабораторных занятий			
№	Название темы	Кол-во часов	
		дневн. форма	заочн. форма
Содержательный модуль 1			
1	Численное решение уравнения Фишера — Колмогорова на отрезке.	2	0
2	Моделирование распространения волн в логистической популяции и популяции типа Олли.	2	1
3	Моделирование распространения волны в системе диффузия — таксис (Модель Келлера — Сегеля)	2	0
Содержательный модуль 2			
4	Моделирование сходимости решения нестационарного уравнения ФК к решению стационарного уравнения ФК	2	0
5	Моделирование системы хищник — жертва на отрезке	2	1
6	Моделирование возникновения диссипативной структуры в двумерной области	2	2
Всего часов		12	4

#### 9. Самостоятельная работа

Решение задач по материалу, изложенному в лекционном курсе. Подготовка к выполнению лабораторных работ и их защите. Изучение студентами заочного отделения материалов по курсу и подготовка опорного конспекта.

#### 10. Индивидуальные задания

#### 11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

##### Вопросы к модульному контролю

1. Диффузионное описание подвижности особей популяции.
2. Уравнения параболического типа. Различные виды граничных условий. Различные виды задач для уравнений параболического типа.
3. Численные методы решения задач для уравнений параболического типа. Метод конечных разностей.
4. Численные методы решения задач для уравнений параболического типа. Сведение к системе обыкновенных дифференциальных уравнений.
5. Различные виды локальной функции роста: обобщённая логистическая популяция, популяция типа Олли.
6. Экологическая интерпретация граничных условий.
7. Основные результаты теории Колмогорова — Петровского — Пискунова.
8. Распространение волн в популяции типа Олли.
9. Понятие таксиса: основные определения.
10. Системы диффузия — реакция — таксис.
11. Модель Келлера — Сегеля.
12. Построение автомодельного решения в модели Келлера — Сегеля.

##### Вопросы к зачету

1. Построение неоднородного решения стационарного уравнения Фишера — Колмогорова с логистической функцией локального роста: условие существования неоднородного решения, численное построение решения.
2. Неоднородные решения стационарного уравнения Фишера — Колмогорова с функцией локального роста, описывающей популяцию типа Олли: условие существования неоднородного решения, численное построение решения.



3. Понятие диффузионной неустойчивости. Вывод условия неустойчивости в модели хищник жертва для одномерного ареала.
4. Диффузионная неустойчивость в задаче не отрезке для модели хищник — жертва, которая учитывает зависимость плодовитости жертв и смертности хищников от плотности численности жертв и хищников соответственно.
5. Диффузионная неустойчивость в случае ареала прямоугольной формы. Вывод условия неустойчивости.
6. Диффузионная неустойчивость в задаче на прямоугольном ареале для модели хищник — жертва, которая учитывает зависимость плодовитости жертв и смертности хищников от плотности численности жертв и хищников соответственно.
7. Диффузионная неустойчивость в системе хищник — жертва на круговом ареале: получение условия неустойчивости; особенности формирующихся диссипативных структур в зависимости от радиуса ареала и других параметров модели в случае модели, которая учитывает зависимость плодовитости жертв и смертности хищников от плотности численности жертв и хищников соответственно.
8. Особенности формирования диссипативных структур в модели хищник — жертва, учитывающей нижнюю критическую плотность численности жертв.

## 12. Образец экзаменационного билета

Экзамен не предусмотрен учебным планом

## 13. Критерии оценивания

Зачетные модули	Форма контроля	Баллы
Содержательный модуль 1	Лабораторные работы	25
	Самостоятельная работа	5
	Модульный контроль	20
Содержательный модуль 2	Лабораторные работы	25
	Самостоятельная работа	5
<b>Зачет</b>	Устный опрос	20
<b>Общий итог</b>		<b>100</b>

За выполнение каждой лабораторной работы студент получает оценку от 0 до 10.

Оценка 0 выставляется, если задание не выполнено.

Оценка от 1 до 2 выставляется, если задание выполнено с грубыми ошибками.

Оценка от 2 до 5 выставляется, если задание выполнено с ошибками или не полностью. Студент не может ответить на вопросы о биологическом смысле полученных результатов и основных уравнениях модели.

Оценка 6 до 8 выставляется, если задание выполнено с незначительными ошибками, при ответе на вопрос об использованных функциях или конструкциях языка допущены не существенные ошибки.

Оценка от 9 до 10 выставляется, если и работа выполнена, и теоретический материал усвоен в полном объеме; студент может быстро находить решения задач, близких к предложенным в лабораторной работе.

Сумма баллов по 100 балльной шкале	По шкале ECTS	По государственной шкале	Определение
90–100	A	«Отлично» (5)	владение теоретическим материалом в полном объеме, в частности знание получения или доказательства основных утверждений; умение решать задачи, близкие к рассмотренным в лекционном курсе; умение давать биологическую интерпретацию полученных решений; понимание особенностей численных методов, используемых для исследования распределённых биологических систем, знать их сильные и слабые стороны; владение основными возможностями пакетов для численного решения распределённых биологических задач.
80–89	B	«Хорошо» (4)	владение основным объемом теоретического материала; умение использовать пакеты для численного решения распределённых биологических задач, в частности, умение использовать справочную систему пакетов.
75–79	C		знание основных определений и утверждений; понимание общей схемы вывода или доказательства утверждений; умение получить нужные сведения в справочной системе пакетов при незначительной помощи преподавателя;
70–74	D	«Удовлетворительно» (3)	удовлетворительно – неплохо, но со значительным количеством ошибок при формулировке основных определений и утверждений.
60–69	E		достаточно – выполнение удовлетворяет минимальным критериям: должны быть выполнены и зачтены все лабораторные работы, предусмотренные настоящим планом; неуверенное знание основных определений и моделей.
35-59	FX	«Неудовлетворительно» с возможностью повторной сдачи (2)	неудовлетворительно – надо поработать над тем, как получить положительную оценку
0-34	F	«Неудовлетворительно» с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов (2)	Большая часть ЛР не выполнена или выполнена с грубыми ошибками. (Для повторной сдачи все работы должны быть выполнены и набраны дополнительные баллы при ответах на вопросы во время защиты лабораторных работ.)



## 15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

1. Проектор
2. Компьютерный класс.

## 16. Рекомендованная литература

### Основная

1. Братусь А.С. Динамические системы и модели биологии. / А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов / — М. Физматлит, 2010. — 400с.
2. Ризниченко Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. М.—Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010. — 560 с.
3. Численные методы: в 2 кн. Кн. 2. Методы математической физики: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Н. Н. Калиткин, П. В. Корякин. М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 304 с. — (Университетский учебник. Сер. Прикладная математика и информатика).
4. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Биология" / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. — Москва: Академия, 2009. — 314 с.
- 5.

### Дополнительная

1. Анищенко В.С. Знакомство с нелинейной динамикой (лекции Соросовского профессора). Изд. 3, перераб. и доп. — М: Издательство УРСС, 2008. — 224 с. [Существует 4-ое издание этой книги: УРСС, 2013. 224 с URL: <http://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=ru&blang=ru&page=Book&id=165683>]
2. Никитинков Н.Н. Синергетика для инженеров / Н.Н. Никитинков, Н.А. Никитинкова. — Томск: Издательство томского политехнического университета, 2009. — 168 с.
3. Трухан Э.М. Введение в биофизику: учебное пособие. — М.: МФТИ, 2008. — 241 с.
4. Огурцов А.Н. Основы биоинформатики: учебное пособие. — Х.: НТУ «ХПИ», 2013. — 400 с.
5. Петров И.Б. Лекции по вычислительной математике. Учебное пособие. / И.Б. Петров, А.И. Лобанов — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. — 523 с.
6. Мареев В.В., Станкова Е.Н. Основы методов конечных разностей. — СПб.: Изд-во С.Петербург. Ун-та., 2012. — 64 с.

## 17. Информационные ресурсы

1. <http://mathbio.ru/> — Математическая биология (сайт профессора биологического факультета МГУ Г. Ю. Ризниченко).
2. <http://www.dmb.biophys.msu.ru/> — информационная система «Динамические модели в биологии».
3. Малинецкий Г. Г. Синергетика — от прошлого к будущему // Модел. и анализ информ. систем. — 2012. — Т. 19, № 3 С. 5–31 URL: <http://mi.mathnet.ru/mais227>.
4. Малинецкий Г. Г. Теория самоорганизации. На пороге IV парадигмы. // Компьютерные исследования и моделирование. — 2013. — Т. 5 — № 3 — С. 315–366. URL: <http://crm.ics.org.ru/journal/article/2021/>
5. Абакумов А. И., Израильский Ю.Г. Влияние условий среды на распределение фитопланктона в водоеме. // Матем. биология и биоинформ., — 2012. —Т 7, — вып. 1, — С. 274–283 URL: <http://mi.mathnet.ru/mbb104>.




6. Борова М.Ю., Полежаев А.А. Диффузионная неустойчивость в трехкомпонентной модели типа «реакция–диффузия» // Компьютерные исследования и моделирование – 2011. – Т. 3 № 2 С. 135–146. URL: <http://crm.ics.org.ru/journal/article/1781/>

7. Борова М.Ю., Полежаев А.А. Исследование механизмов формирования сегментированных волн в активных средах // Компьютерные исследования и моделирование. 2013. – Т. 5 – № 4 – С. 533–542  
URL: <http://crm.ics.org.ru/journal/article/2063/>

#### 18. Программное обеспечение (при наличии)

Лабораторные работы выполняются в системе компьютерной алгебры Maple и пакете для инженерных расчетов Matlab.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201~~7-18~~ год. Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.17  
/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