

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Гаурский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Синергетика Б1.В.ДВ.6

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения)

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Котов Н.В.

**Рецензент(ы):**

Скоринкин А.И.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Аганов А. В.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 6185919

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Котов Н.В. кафедра медицинской физики Отделение физики, Nicolaj.Kotov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Синергетика" является ознакомление студентов с синергетическими методами исследования сложных систем, теоретическими проблемами такого подхода, применением его к различным физическим, биофизическим и биохимическим задачам.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

"Синергетика" относится к разделу "Курсы кафедры" профессионального цикла. Известно, что при функционировании целого ряда естественных и искусственных объектов самой разной природы возможно возникновение статического или динамического порядка из исходной хаотической ситуации. Исследование всех таких процессов с некоторой единой точки зрения и называется синергетикой. Изложение дисциплины непосредственно базируется на знаниях студентами биологии, физики, математики.

Курс предназначен для студентов 4 курса, 7 семестр

Б3.ДВ.1 профессиональный цикл

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	уметь работать с биологическими объектами в естественных и лабораторных условиях. Владеть знаниями о современной аппаратуре и методах ее эксплуатации, методами обработки, анализа и синтеза системной информации и использовать теоретические знания на практике

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

принципы процессов самоорганизации сложных объектов любой природы,

2. должен уметь:

оперировать теоретическими знаниями о современных модельных методах биофизических и биохимических исследований,

ориентироваться в структуре знаний о причинах и механизмах самоорганизации сложных биологических систем,

3. должен владеть:

полным набором методов исследования процессов самоорганизации сложных биологических систем,

4. должен демонстрировать способность и готовность:

исследовать сложные биологические объекты путем моделирования процессов их возникновения, функционирования и развития.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Элементы термодинамики открытых систем.	7	1-4	0	12	0	Письменная работа
2.	Тема 2. Введение в теорию бифуркаций.	7	5-9	0	12	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Примеры самоорганизующихся систем.	7	10-18	0	12	0	Письменная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет
	Итого			0	36	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Элементы термодинамики открытых систем.**

*практическое занятие (12 часа(ов)):*

**Тема 2. Введение в теорию бифуркаций.**

*практическое занятие (12 часа(ов)):*

**Тема 3. Примеры самоорганизующихся систем.**

*практическое занятие (12 часа(ов)):*

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Элементы термодинамики открытых систем.	7	1-4	подготовка к письменной работе	8	письменная работа
2.	Тема 2. Введение в теорию бифуркаций.	7	5-9	подготовка к устному опросу	14	устный опрос
3.	Тема 3. Примеры самоорганизующихся систем.	7	10-18	подготовка к письменной работе	14	письменная работа

**3. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**  
 В целом курс основан на стандартном методическом инструментарии высшей школы. Однако, поскольку он посвящен учебной дисциплине, находящейся на стыке нескольких наук (математика, физика, биология), при методической проработке курса большое внимание уделялось проблемам баланса между различными составляющими курса. В рамках курса используется большое количество демонстрационных материалов, поэтому компьютерные презентации сопровождают большинство лекций. Аудиторные занятия составляют 50% курса, остальное время студенты самостоятельно разрабатывают модели различных самоорганизующихся систем.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Элементы термодинамики открытых систем.

письменная работа , примерные вопросы:

Теорема Пригожина о минимуме производства энтропии. Производство энтропии в закрытых и открытых системах. Кинетическое уравнение для модели случайного блуждания. Переход к уравнению диффузии. Общий вид кинетического уравнения. Теоремы о его решениях. Урновая модель Эренфестов.

### Тема 2. Введение в теорию бифуркаций.

устный опрос , примерные вопросы:

Передемпфированный ангармонический осциллятор. Идея бифуркации, идея предельного цикла. Особые точки для решений системы диф. уравнений, их классификация. Теорема Пуанкаре - Бендиксона. Локальная и глобальная устойчивость решений. Функция Ляпунова. Уравнение Ланжевена. Связь флуктуации с диссипацией. Уравнение Фоккера - Планка. Стационарное решение уравнения Фоккера - Планка. Идея адиабатического приближения. Пример и обобщения. Теорема Хопфа.

### Тема 3. Примеры самоорганизующихся систем.

письменная работа , примерные вопросы:

Теория Ландау фазовых переходов. Устойчивость упругих конструкций. Самоорганизация и фазовый переход в лазере. Детерминированные проточные реакции без диффузии. Проточные реакции с диффузией. Сосуществование двух фаз. Модели циклических химических реакций с диффузией ? брюсселятор, орегонатор (реакция Белоусова - Жаботинского). Кинематические волны. Уравнение Фишера и решения типа распространяющейся волны. Динамика численности одного вида на территории, сосуществование двух видов на территории. Взаимодействие хищников и жертв на территории.

### **Итоговая форма контроля**

зачет (в 7 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

В приложении.

### **7.1. Основная литература:**

1. Рубин, А.Б. Биофизика: В 2 т. Т. 1: Теоретическая биофизика [Электронный ресурс]: учебник / А.Б. Рубин. - Электрон. дан. - Москва : МГУ имени М.В.Ломоносова, 2004. - 448 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10122>
2. Пелюхова, Е.Б. Синергетика в физических процессах: самоорганизация физических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Б. Пелюхова, Э.Е. Фрадкин. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 320 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/649>
3. Саргаев, П.М. Синергетика воды [Электронный ресурс] / П.М. Саргаев. ? Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 416 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94745> .

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Усыченко, В.Г. Электронная синергетика. Физические основы самоорганизации и эволюции материи: Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Г. Усыченко. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 240 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/553>

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Mathematical Biology - <http://lib.mexmat.ru/books/9791>  
Биофизика - <http://bio-phys.narod.ru/index.html>  
Нелинейная динамика - <http://scintific.narod.ru/nlib/>  
Синергетика - <http://lib.mexmat.ru/books/11683>  
Синергетика - <http://spkurdyumov.narod.ru/Start1N.htm>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Синергетика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

На занятиях используется компьютер с проектором, лабораторные занятия производятся в компьютерном классе. Используются математические пакеты программ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения) .

Автор(ы):

Котов Н.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Скоринкин А.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.