

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Моделирование сложных систем»

Дисциплина «Моделирование сложных систем» является частью программы магистратуры «Хемобиодинамика и биоинформатика» по направлению «01.04.02 Прикладная математика и информатика».

## **Цели и задачи дисциплины**

Дисциплина «Моделирование сложных систем» относится к обязательной части образовательной программы. Одной из важных научных проблем естествознания является решение задачи предсказания поведения изучаемого объекта во времени и пространстве на основе определенных знаний о его начальном состоянии, а также изучение вопроса о возникновении в процессе эволюции новой сложности. Эти проблемы являются предметом изучения синергетики, теории динамических систем и вычислительной математики. Таким образом, дисциплина «Моделирование сложных систем» является междисциплинарной, делая акцент на динамических свойствах изучаемых систем и способах самоорганизации в них. Методы и подходы синергетики широко используются в других курсах образовательной программы, таких как "Введение в синергетику", "Процессы самоорганизации в химии", "Физико-химическая гидродинамика", "Динамика генных цепей" и т.д. Как известно, теория динамических систем и синергетика являются одними из самых плодотворных математических теорий, продолжающими бурно развиваться. Поэтому формирование у студентов представлений о синергетике занимает важное место в различных дисциплинах программы, часто оно входит в них в неявном виде. Такой подход имеет большое методологическое значение, так как дает возможность студентам взглянуть с единой – синергетической – точки зрения на самые различные явления природы и производства. Целью дисциплины «Моделирование сложных систем» является получение студентами основополагающих представлений о динамических явлениях в самоорганизующихся сложных системах, состоящих из большого числа элементов, эволюционирующих по времени и по пространству; величинах, характеризующих эти явления; законах, которым они подчиняются; методах научного познания природы и формирование на этой основе представлений о физической картине мира; знакомство с основами синергетики и теории динамических систем как одной из фундаментальных физических и математических теорий. Содержание курса направлено на формирование у студентов единого естественнонаучного мировоззрения, развитие научного мышления и расширение их научно-технического кругозора. Дисциплина «Моделирование сложных систем» способствует формированию представлений о физической картине мира как основе целостности и многообразия природы. Перечислим задачи учебной дисциплины. В результате изучения дисциплины обучающийся должен: знать историю развития представлений о сложных системах как теории, и её место в современном естествознании; знать основные термины и классификации теории сложных систем; изучить методы и подходы теории сложных систем для решения задач динамического анализа с целью объяснения явлений и процессов в различных областях естествознания; овладеть практическими навыками системного использования математического аппарата теории сложных систем при решении стандартных задач моделирования..

## Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующее: динамический и статистический подходы к описанию сложных динамических систем систем различной природы; понятие о формах и условиях самоорганизации в сложных системах; сложные социальные системы и основы теории графов; элементарные клеточные автоматы, способы их задания и численного моделирования; сложные системы, которые включают элементы с индивидуальной динамикой, а также численные алгоритмы, которые используются для их исследования..

## Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	56	56	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	88	88	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

## Краткое содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Простейшие клеточные автоматы	4	0	12	22
Понятие клеточного автомата. Терминология описания клеточных автоматов. Стандартная форма записи правил. Примеры клеточных автоматов. Клеточные автоматы как средство имитационного моделирования. Игра "Жизнь". Основные принципы функционирования модели. Динамика и паттерны. Автомат фон Неймана, модель сегрегации Шеллинга. Связь с фракталами. Фрактальная размерность.				
Социальная сеть как сложная система	4	0	6	16
Рассматриваются вопросы, связанные с базовыми понятиями в анализе социальных сетей, такими как комплексные сети, степенные законы распределения, случайные графы, малый мир и т.д. Особое внимание уделяется метрикам, используемым при анализе социальных сетей, и их содержательной интерпретации.				
Имитационные модели с индивидуальной динамикой	4	0	12	28
Новое поколение клеточных автоматов. Модели с индивидуальной динамикой. Гибридные модели. Пример 1: динамика толпы, паникующей в пространстве замкнутого помещения. Использование молекулярной динамики, учитывающей действие как физических, так и социально-психологических сил. Алгоритм расчета для сложно разветвлённых помещений. План индивида по выходу из помещения, стохастически трансформирующийся в процессе эволюции. Калибровка модели с помощью данных, появившихся в результате пожара в ночном клубе «Хромая лошадь» (Пермь, 2009 г.) Значение для виртуального тестирования зданий на предмет их безопасности для людей. Пример 2: поведение императорских пингвинов при вынашивании потомства в ходе антарктической зимовки.				
Синергетика сложных динамических систем	2	0	4	10
Синергетика как наука. Основные принципы самоорганизации. Макроскопический и микроскопический уровни. Теория диссипативных систем Пригожина. Единые				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>формы спонтанной самоорганизации материи. Примеры из разных областей естествознания. Хаос как высшая форма самоорганизации материи. Понятие о сложных системах. Классификация сложных систем. Характерные черты процесса самоорганизации на разных уровнях организации материи. Проблема качествен-венного скачка из одного уровня в другой. Основные принципы функционирования сложных систем: образование «дальней связи» в среде, взаимокорреляции, отрицательная и положительная обратная связь, стохастичность и детерминированность. Основные формы структурообразования в сложных системах.</p>				
Динамика гранулированных сред	2	0	2	12
<p>Пример сложной физической системы, состоящей из большого числа гранул различной формы. задача о куче Евбулида. Структурообразование при равномерном подсыпании гранул в кучу. Задача о гранулярной среде, находящейся под воздействием высокочастотных вибраций. Структура оживленного слоя.</p>				
ИТОГО по 1-му семестру	16	0	36	88
ИТОГО по дисциплине	16	0	36	88