

# БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета

\_\_\_\_\_ Д.В.Свиридов

"\_21\_" \_\_\_06\_\_\_ 2013 г.

Регистрационный № УД-0581/р

## ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ДИССИПАТИВНЫХ СИСТЕМ

Учебная программа для специальности  
1-31 05 01 Химия (по направлениям)

1-31 05 01-02 химия (научно-педагогическая деятельность)

Факультет химический

Кафедра общей химии и методики преподавания химии

Курс (курсы) 4

Семестр (семестры) 7

Лекции 14  
(количество часов)

Экзамен \_\_\_\_\_  
(семестр)

Практические (семинарские)  
занятия 20  
(количество часов)

Зачет \_\_\_\_\_  
(семестр)

Лабораторные  
занятия 6  
(количество часов)

Курсовой проект (работа) \_\_\_\_\_  
(семестр)

Всего аудиторных  
часов по дисциплине 40  
(количество часов)

Всего часов  
по дисциплине 80  
(количество часов)

Форма получения  
высшего образования очная

Составил Хвалюк Виктор Николаевич, кандидат химических наук, доцент

2013 г.

Учебная программа составлена на основе учебной программы "Введение в теорию диссипативных систем" регистрационный номер УД/-\_\_\_\_\_ /баз, утверждена \_\_\_\_\_

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры общей химии и методики преподавания химии химического факультета Белорусского государственного университета

*протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_*

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ А.И.Лесникович  
(подпись) (И.О.Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению Учебно-методической комиссией химического факультета Белорусского государственного университета

*протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_*

Председатель

\_\_\_\_\_ Е.И.Василевская  
(подпись) (И.О.Фамилия)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Данный курс знакомит студентов с теоретическими основами синергетики, практическими подходами к описанию временной эволюции диссипативных динамических систем, возможности прогнозирования их будущего на основе экспериментальных данных из прошлого. В рамках лекционного курса студенты знакомятся с основными понятиями, которые используются в синергетике. Рассматриваются также химические системы, в которых возможно образование диссипативных пространственных и пространственно-временных структур. На практических занятиях, которые проводятся в компьютерном классе, студенты знакомятся с работой современных научных пакетов прикладного программного обеспечения (Mathematica, Wolfram), а также с практической реализацией рассматриваемых в рамках спецкурса идей и подходов в виде численного исследования и моделирования.

Одной из ярко выраженных современных тенденций развития науки является преодоление междисциплинарных барьеров и возникновение новых направлений науки в пограничных областях знаний. Достигаемые при этом успехи в решении как новых, так и уже известных проблем поражают своей эффективностью и красотой. Одной из основных целей курса является ознакомление студентов с феноменологическим описанием и подходами, идеями, которые используются при рассмотрении процессов перехода от периодических режимов к хаосу и обратно в самых разных по своей природе явлениях и системах, которые в общем можно охарактеризовать как сложные.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

**знать:**

- принципиальное отличие диссипативных и консервативных систем;
- подходы к описанию временного поведения сложных диссипативных систем;
- основные методы идентификации динамических режимов;

**уметь:**

- применять теоретические положения к описанию сложных си-

стем;

- анализировать временную динамику диссипативных систем и делать выводы о прогнозировании их поведения в будущем.

Программа задает объем материала, подлежащего изучению в данном курсе, и объем сведений по каждому изучаемому вопросу.

Преподавание курса предусматривает проведение лекций, практических и семинарских занятий, компьютерное моделирование, проведение численного исследования проблем, рассматриваемых в лекционном курсе.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу в конце программы приведен список рекомендованной литературы.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, текущих и итоговой контрольных работ, выполнения заданий творческого характера (моделирование на компьютере). Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

Изучение курса проводится в течение одного семестра. Учебный курс рассчитан на 40 аудиторных часов: 14 часов лекций, 14 часов практических и семинарских занятий, 6 часов лабораторных занятий и 6 часов КСР.

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№п/п	Наименование разделов, тем	Количество часов				
		Аудиторные				Самост. работа
		Лекции	Практич., семинар.	Лаб. занят.	КСР	
	Введение	2				2
1	Переход от периодических режимов к хаосу	2	4			8
2	Введение в теорию бифуркаций	2	4			6
3	Идентификация динамических режимов	4	2	2	2	10
4	Введение в теорию фракталов	2	2	2	2	6
5	Диссипативные динамические структуры в химии	2	2	2	2	8
Итого		14	14	6	6	40

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>Введение</b>	<b>2</b>						
	Консервативные (Гамильтоновы) системы и диссипативные системы. Отличие в описании и существование асимптотического предела решений. Понятие об аттракторе. Нелинейность и инвариантность диссипативных систем относительно обращения времени. Равновесные и неравновесные системы. Ограничения в неравновесных системах и их роль в возникновении диссипативных структур. Явления самоорганизации в диссипативных системах. Их примеры из различных областей и трудности в описании с помощью классических подходов.	2					[1], [5]	
	<b>2. Переход от периодических режимов к хаосу</b>	<b>2</b>	<b>4</b>					
	2.1 Системы с монотонной и немонотонной эволюцией. Примеры и подходы к описанию. Свободный осциллятор. Понятие о фазовом пространстве, фазовой траектории и фазовом портрете системы. Сжатие потоков в фазовом пространстве в диссипативных системах.	2					[1], [5], [6]	
	2.2 Осциллятор с затуханием. Описание, численное моделирование. Простейшие аттракторы: точка и предельный цикл.		2				[1]	Устный опрос
	2.3 Осциллятор с вынуждающей силой. Описание, численное		2					

	моделирование. Простейшие аттракторы: предельный цикл.							
	<b>3. Введение в теорию бифуркаций</b>	<b>2</b>	<b>2</b>					
	3.1 Понятие о бифуркации. Субкритическая и суперкритическая бифуркация. Их диаграммы, отличительные признаки и идентификация по экспериментальным данным.	2					[1],[5]	
	3.2 Построение бифуркационной диаграммы субкритической и суперкритической бифуркаций (на компьютере) и их анализ.		2				[1], [4]	Устный опрос.
	<b>4. Идентификация динамических режимов</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			
	4.1 Методы идентификации динамических режимов. Представления о элементарном гармоническом анализе, сечении Пуанкаре, вычислении размерностей аттракторов	2					[1], [3], [5]	
	4.2 Дискретное преобразование Фурье. Спектр мощности. Автокорреляционная функция. Вид спектра мощности и автокорреляционной функции для периодического, квазипериодического (релаксационного) и аperiodического режимов.	2					[1], [3], [6]	Устный опрос.
	4.3 Сечение Пуанкаре. Построение и свойства. Сечение Пуанкаре для периодических, квазипериодических и аperiodических режимов. Отображение первого возвращения. Редукция трехмерного потока. Представление о практической реализации процедуры в общем случае		2				[1], [6]	
	4.4 Компьютерное исследование спектров мощности диссипативных процессов.		2		2		[2]	
	4.5 Компьютерный анализ отображения первого возвращения.			2			[1], [2]	
	<b>5. Введение в теорию фракталов</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			
	5.1 Понятие о фрактальных объектах. Измерение размерности фрактальных объектов. Понятие о размерности Хаусдорфа-Безиковича для одно-, двух- и трехмерных множеств. Сравнение с евклидовой размерностью точки, поверхности и объема. Канторовское множество, кривая (снежинка) Коха, и	2					[1], [5], [6]	

	их фрактальные размерности. Корреляционная размерность.							
	5.2 Вычисление фрактальной и корреляционной размерности множества точек. Практическая реализация процедуры по экспериментальным данным временного ряда методом задержек.		2		2		[1]	Компьютерный анализ выданого множества точек.
	5.3 Расчет корреляционной размерности множества (на компьютере).			2			[1]	
	<b>6. Диссипативные динамические структуры в химии</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			
	6.1 Моделирование химических динамических систем. Брюсселятор.	2					[1], [4]	Задание по моделированию.
	6.2 Моделирование химических динамических систем.. Реакция Белоусова-Жаботинского в системах с перемешиванием.		2				[2]	
	6.3 Периодические и хаотические режимы. Реакция БЖ в неоднородной системе. Пространственные и пространственно-временные структуры в реакции БЖ.			2	2		[2]	
	<b>ИТОГО</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>6</b>			<b>40</b>



## ЛИТЕРАТУРА

### Основная:

1. П.Берже, И.Помо, К.Видаль. Порядок в хаосе. – М. : Мир, 1991 г. – 366 с.
2. И.Пригожин, Д.Кондепуди. Современная термодинамика. – М. : Мир, 2002. – 461 с.
3. Г.Хакен. Синергетика. – М. : Мир, 1970. – 404 с.
4. Колебательные процессы в биологических и химических системах. – М. : Наука, 1967. – 440 с.
5. И.Пригожин, И.Стенгерс. Порядок из хаоса. – М. : Прогресс, 1986. – 321 с.
6. Г.Николис, И.Пригожин. Самоорганизация в неравновесных системах. – М. : Мир, 1979. – 344 с.

### Дополнительная:

7. А.Ю.Лоскутов, А.С.Михайлов. Введение в синергетику. – М. : Наука, 1990. – 272 с.
8. И.Пригожин. Конец определенности. – Ижевск, 1999. – 207 с.
9. Г.Николис, И.Пригожин. Познание сложного. – М. : УРСС, 2003. – 342 с.
10. Р.Г.Баранцева. Синергетика в современном естествознании. – С-Петербург, 2003. – 89 с.
11. В.В.Исаева. Синергетика для биологов. – Владивосток, 2003. – 122 с.
12. С.П.Капица, С.П.Курдюмов, Г.Г.Малинецкий. Синергетика. – М. : УРСС, 2003. – 290 с.
13. Д.Рюэль. Случайность и хаос. – М. : РХД, 2001. – 192 с.
14. Г.Хакен. Тайны природы. Синергетика: наука о взаимодействии. – Москва-Ижевск : ИКИ, 2003. – 230 с.
15. Г.Хакен, М.Хакен-Грель. Тайны восприятия. – Москва-Ижевск : ИКИ, 2002. – 272 с.



ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры общей химии и методики преподавания химии

(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор \_\_\_\_\_ А.И.Лесникович

(степень, звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

д.х.н., профессор \_\_\_\_\_ Д.В.Свиридов

(степень, звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)