



ОСНОВЫ СИНЕРГЕТИКИ

Программа курса

Б.Н. Пойзнер

Курс «Основы синергетики» читается на кафедре квантовой электроники и фотоники Томского госуниверситета с 1996/97 учебного года для студентов радиофизиков, специализирующихся по физике оптических явлений, с 1997/98 учебного года – для магистрантов радиофизического и химического факультетов ТГУ. Лекции сопровождаются вычислительными экспериментами: оптическая бистабильность, самоорганизация в нелинейном кольцевом интерферометре, количественные методы анализа структурообразования, динамический хаос в лазере и др. Последняя редакция программы сделана в июле 1997 года.

Цель курса

Создание системы понятий, составляющих методологическую основу теории самоорганизации; раскрытие взаимообусловленности эволюции, самоорганизации, нелинейности и сложности открытой системы; демонстрация универсальности феномена самоорганизации; объяснение сложного поведения нелинейных систем с позиций нелинейно–динамического подхода; акцентирование модельного аспекта при исследовании сложной эволюции.

Для освоения курса студентам необходимы знания из теоретической и математической физики, теории колебаний и волновых процессов, нелинейной оптики.

Содержание курса

Введение. Научные познавательные модели и роль концепции самоорганизации. Методологические особенности синергетики как постнеклассической науки. Смена парадигмы на рубеже XX–XXI вв. и мировоззренческое значение синергетики (2 ч.).

1. Проявления сложности и самоорганизации в системах (22 ч.) Понятия системы, эволюции, структуры. Симметрия. Размерность Хаусдорфа – Безиковича. Понятие фрактала (3 ч.). Категория сложности в аспекте самоорганизации. Понятия структурной и функциональной сложности (2 ч.). Пример перехода от хаоса к порядку в открытой нелинейной системе (формирование ячеек Бенара). Ячейки Бенара: аспект функциональной сложности (3 ч.). Понятие бифуркации, способы ее описания и изучения. Необратимость и

непредсказуемость последствий бифуркации (на примере возникновения ячеек Бенара) (2 ч.). Принцип необходимого разнообразия Эшби и мера функциональной сложности системы. Особенности моделирования сложного (1 ч.). Оценка организованности сложной системы по Лефевру (1 ч.). Понятия порога сложности и бифуркационного портрета системы (2 ч.). Явление кластеризации в системе. Синергия кластеров. Принцип сопряженных подсистем Геодакяна. Гипотеза Эшпштейна о самоочищении как первофеномене культурных процессов (2 ч.). Понятия эффективности и осуществимости системы. Классификация систем по возможности управления ими и прогнозирования. Базовые идеи системной методологии по Ласло (2 ч.). Иерархичность сложных систем и негауссовость социальных явлений. Феномен самоорганизованной критичности. Распределение Ципфа. Гипотеза Хайтуна об эволюции материи от гауссовых систем к негауссовым (2 ч.). Критерии сложности когнитивных самоорганизующихся систем: способность сжимать информацию, моделировать, осуществлять выбор; аксиологичность. Понятие репликатора (лазерная мода, ген, юнговский архетип, культурный образец). Гипотеза о субъекте самоорганизации. Свод концепций сложности динамических систем (2 ч.).

2. Сложная эволюция: способы описания и условия появления (12 ч.). Классификации динамических систем. Динамика полностью интегрируемой гамильтоновой системы. Отображение Пуанкаре. Анализ траекторий на двумерном торе. Вращательное число Пуанкаре. Понятие многообразия. Понятие диссипативной системы (3 ч.). Гамильтоновы системы близкие к интегрируемым и их стохастичность. Теория Колмогорова – Арнольда – Мозера. Понятия стохастического слоя и диффузии Арнольда (4 ч.). Гамильтониан Хенона – Хейлеса для задачи трех связанных тел. Модельный аспект исследования сложной динамики (1 ч.). Понятия предельного множества, аттрактора и репеллера. Понятие динамического хаоса и его роль в теории самоорганизации (4 ч.).

Рекомендуемая литература

- 1*. *Анищенко В.С.* Сложные колебания в простых системах. М.: Наука, 1990.
- 2*. *Ахромеева Т.С., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г., Самарский А.А.* Нестационарные структуры и диффузионный хаос. М.: Наука, 1992.
3. *Геодакян В.А.* Системно-эволюционная трактовка асимметрии мозга // Методологические проблемы. Ежегодник 1986. М.: Наука, 1987. С. 355–376.
- 4*. *Дмитриев А.С., Кислов В.Я.* Стохастические колебания в радиофизике и электронике. М.: Наука, 1989.
- 5*. *Ермолаев Ю.П., Санин А.Л.* Электронная синергетика. Л.: Изд-во ЛГУ, 1989.
6. *Заславский Г.М., Сагдеев Р.З.* Введение в нелинейную физику. М.: Наука, 1988.
- 7*. *Князева Е.Н., Курдюмов С.П.* Антропный принцип в синергетике // Вопросы философии. 1997. № 3. С. 62–79.
8. *Landa P.S.* Nonlinear Oscillations and Waves in Dynamical Systems. Dordrecht, Boston, Lnd.: Kluwer Academic Publ., 1996.
9. *Лефевр В.А.* Конфликтующие структуры. М.: Сов. радио, 1973.
- 10*. *Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С.* Введение в синергетику: Учебное руководство. М.: Наука, 1990.
11. *Майнцер Кл.* Сложность и самоорганизация // Вопросы философии. 1997. № 3. С. 48–61.
- 12*. *Малинецкий Г.Г.* Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент: Введение в нелинейную динамику. М.: Наука, 1997.

* Основная литература для самостоятельной работы студентов.

13. Мелик-Гайказян И.В. Информация и самоорганизация (методологический анализ). Томск: Изд-во ТПУ, 1995.

14*. Неймарк Ю.И., Ланда П.С. Стохастические и хаотические колебания. М.: Наука, 1987.

15. Николис Гр. Динамика иерархических систем: Эволюционное представление. М.: Мир, 1989.

16. Николис Гр., Пригожин И. Познание сложного. Введение. М.: Мир, 1990.

17*. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ: Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1987.

18. Пойзнер Б.Н. О «субъекте» самоорганизации // Изв. вузов. Прикладная нелинейная динамика. 1996. Т. 4, № 4–5. С. 149–158.

19. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986.

20*. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. М.: Наука, 1992.

21. Разумовский О.С. Бихевиоральные системы. Новосибирск: Наука, 1993.

22. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. М.: Радио и связь, 1991.

23. Тимашев С.Ф. Физико-химические принципы глобальной экологии// Российск. хим. ж. 1996. № 2. С. 113–124.

24. Хайтун С.Д. Механика и необратимость. М.: Янус, 1996.

25. Хайтун С.Д. Проблемы количественного анализа науки. М.: Наука, 1989.

26*. Хакен Г. Синергетика: Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985.

27. Чайковский Ю.В. К общей теории эволюции // Путь. 1993. № 4. С. 101–141.

28*. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. Введение в теорию диссипативных структур. М.: Мир, 1979.

29. Эпштейн М.Н. Самоочищение. Гипотеза о происхождении культуры // Вопросы философии. 1997. № 5. С. 72–79.

Томский государственный
университет

Поступила в редакцию 19.07.97



Пойзнер Борис Николаевич – родился в Томске (1941), окончил радиофизический факультет Томского государственного университета. Защитил кандидатскую диссертацию по теории колебаний и волн (1970), доцент кафедры квантовой электроники и фотоники ТГУ. Читает лекции по нелинейной оптике, физике лазеров, принципам управления лазерным излучением, основам синергетики. Автор четырех учебных пособий (три из них – с соавтором) в издательстве ТГУ. Имеет статьи по методике преподавания и по проблемам университетского образования в журналах Изв. вузов. «ПНД», «Alma Mater», «Высшее образование в России», «Преподавание физики в высшей школе». Доклад на конференции «Education in Optics» (SPIE). Инициатор подготовки и редактор семи библиографических указателей (в том числе «Синергетика и сопредельные науки», «Университетское образование и его социальная роль», «Интеллигенция в российском обществе и университете», «Психика и интеллект обучаемого»). Действительный член Всероссийского общества библиофилов.