Министерство образования и науки Российской Федерации

Сибирский федеральный университет

**БИОФИЗИКА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

Методические указания по самостоятельной работе

Красноярск

СФУ

2011

Составитель: Свидерская И.В.

Методические указания составлены в соответствии с учебным планом и программой по дисциплине «Биофизика сложных систем». В пособии даны рекомендации для самостоятельного изучения теоретического курса дисциплины, представлены источники основной и дополнительной литературы в соответствии с темами занятий.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению 011200.68 «Физика», магистерская программа «Биофизика».

**1 Цели и задачи изучения дисциплины**

Данная учебная дисциплина основана на методах и результатах исследований последних десятилетий в области физики неравновесных состояний и теории динамических систем, которые оформились в отельное направление науки, сложные системы, независимо от их природы (физическая, биологическая, социальная и т.д.). С классической точки зрения существовало резкое различие между стохастическим (случайным) и детерминированным поведением. Исследования сложных систем показывают, что в действительности существуют промежуточные формы поведения, которые связаны с особыми решениями простых детерминистских уравнений. Поэтому особое внимание отводится изучению хаотической динамики, как естественной тенденции широкого класса систем к переходу в состояния, которые обладают свойствами, как детерминистского поведения, так и непредсказуемости. Изучение дисциплины «Биофизика сложных систем» включает рассмотрение применений разработанных методов к анализу поведения систем в биологии, экологии, климатологии, химии.

Дисциплина «Биофизика сложных систем» имеет своей целью сформировать научное мировоззрение, расширить и углубить знания студентов по вопросам фундаментальных свойств динамики систем и дать инструмент для изучения сложного поведения систем вне зависимости от их природы.

Задачи изучения дисциплины заключаются в освоении основных закономерностей и механизмов поведения сложных систем разной природы, поскольку они лежат в основе многих явлений окружающего нас мира. Изучение дисциплины направлено на подготовку выпускника в области основ естественнонаучных знаний, получение высшего углубленного профессионального образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать следующими предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда.

Задачей изучения дисциплины является формирование следующих компетенций:

* способностью демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (ОК-1);
* способностью свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (ПК-1);
* способностью использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности (ПК-2);
* способностью использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов (ОК-4);
* способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности (ОК-6);
* способностью свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки) (ПК-7).

**2 Объем дисциплины и виды учебной работы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид учебной работы | Всего  зачетных единиц  (часов) | Семестр |
| 10 |
| **Общая трудоемкость дисциплины** | **3 (108)** | **3 (108)** |
| **Аудиторные занятия:** | **0,78 (28)** | **0,78 (28)** |
| лекции | 0,39(14) | 0,39(14) |
| практические занятия (ПЗ) | 0,39(14) | 0,39(14) |
| **Самостоятельная работа:** | **1,22 (44)** | **1,22 (44)** |
| изучение теоретического курса (ТО) | **1,22 (44)** | **1,22 (44)** |
| **Вид промежуточного контроля (экзамен)** | **экзамен**  **1 (36)** | **экзамен 1 (36)** |

**3 Содержание дисциплины**

*3.1 Разделы дисциплины*

|  |  |
| --- | --- |
| №  п/п | Модули дисциплины |
|  | Модуль 1. Введение в биофизику сложных систем |
|  | Модуль 2. Сложные системы в природе |
|  | Модуль 3. Динамические системы |
|  | Модуль 4.  Детерминированный хаос |
|  | Модуль 5.  Реконструкция динамических систем |
|  | Модуль 6.  Детерминированный хаос в биологических системах |

*3.2 Самостоятельная работа*

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Биофизика сложных систем» предусматривается объемом 1,2 з.е. или 44 часа и организуется в соответствии с используемыми в учебном процессе формами учебных занятий.

Выполнение всех видов самостоятельной работы по изучению курса поможет студентам сориентироваться в понимании основных понятий и проблем курса, освоить приемы и способы решения конкретных задач из различных областей науки, овладеть научным проектированием, необходимым для написания любого уровня научных текстов от проектов до научных статей, выработать умение выделить общие закономерности развития науки на фоне конкретного содержания состояния науки в определенную эпоху, конкретных фактов и научных биографий известных ученых. В конечном итоге студенты должны понять свое место в науке, определить свои цели в жизни и в занятиях профессиональной деятельностью, развить свои творческие способности, подготовить к будущей деятельности молодых специалистов.

Самостоятельная работа по курсу «Биофизика сложных систем» включает:

- самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы;

- подготовка реферата.

Структура самостоятельной работы представлена в табл. 3.2.

*Таблица 3.2*

Структура самостоятельной работы

|  |  |
| --- | --- |
| Вид самостоятельной работы | Всего зачетных  единиц (часов) |
|
| Изучение теоретического курса (ТО) | 0,55 (20) |
| реферат | 0,55 (20) |
| ПК | 0,112 (4) |

**Самостоятельное изучение теоретического материала**

При самостоятельном изучении теоретического курса студентам необходимо:

1. Самостоятельно изучить темы теоретического курса в соответствие учебной программой дисциплины;

2. Подготовить устные ответы на контрольные вопросы по каждой теме.

Самостоятельное изучение теоретического материала

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | № раздела  дисциплины | Самостоятельное изучение  теоретического материала по темам |
| **1** | **2** | **3** |
| 1 | **Модуль 1. Введение в биофизику сложных систем** | ***Тема 1.3*** Механическое и термодинамическое равновесие. Неравновесные системы и неравновесные ограничения.  ***Тема 1.4*** Нелинейность и обратные связи.    *(самостоятельные часы - 0,25 (9 ч))* |
| 2 | **Модуль 2. Сложные системы в природе** | ***Тема 2.3*** Физико-химическая и алгоритмическая сложность.  *(самостоятельные часы - 0,25 (9 ч))* |
| 3 | **Модуль 3. Динамические системы** | ***Тема 3.3*** Фазовые портреты консервативных и диссипативных систем. Колебательные системы. Автоколебательные системы.  *(самостоятельные часы - 0,22 (8 ч))* |
| 4 | **Модуль 4.**  **Детерминированный хаос.** | ***Тема 4.5*** Модели, приводящие к хаотическому поведению. Сценарии становления хаотического поведения***.***  *(самостоятельные часы - 0,22 (8 ч))* |
| 5 | **Модуль 5.**  **Реконструкция динамических систем.** | ***Тема 5.3*** Алгоритмы Грассбергера-Прокацция и Скагля***.***  *(самостоятельные часы - 0,28 (10 ч))* |

При самостоятельной работе над теоретическим курсом студент пользуется методическими материалами из списка основной и дополнительной литературы, электронных методических изданий, перечня программного обеспечения, методических указаний, используемых в учебном процессе, приведенными в п.4.

Каждому обучающемуся обеспечен доступ к электронно-библиотечным системам (ЭБС), содержащим издания по основным разделам изучаемой дисциплины. Электронно-библиотечная система СФУ обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

Студентам обеспечена возможность свободного доступа к фондам учебно-методической документации и интернет ресурсам. Все обучающиеся имеют открытый доступ к базе Электронного каталога и полнотекстовой базе данных внутривузовских изданий (http://lib.sfu-kras.ru/); ресурсам Виртуальных читальных залов (http://lib.sfu-kras.ru/eresources/virtual.php); к УМКД (http://lib.sfu-kras.ru/ecollections/umkd.php); к видеолекциям и учебным фильмам университета (http://tube.sfu-kras.ru/); к учебно-методическим материалам институтов (сайт Института фундаментальной биологии и биотехнологии (ИФБиБТ) - http://bio.sfu-kras.ru/).

Студентам предоставлены условия и возможности работы в режиме on-line с зарубежными и отечественными лицензионными информационными базами данных, перечисленными в п.4.

Задания на самостоятельную работу по изучению теоретического материала выдаются лектором на первой лекции каждого модуля вместе со списком учебной литературы по соответствующему модулю. Контроль освоения теоретического материала осуществляется во время проведения практических занятий.

**Написание реферата**

Написание и защита реферата в конце семестра занимает объем в зачетных единицах (часах) − 0,55 (20).

Задания по написанию реферата выдаются лектором на первой лекции вместе со списком учебной литературы по соответствующим модулям. Защита рефератов осуществляется во время практических занятий в форме презентации по теме реферата, подготовленной в *Power Point* согласно требованиям СТО СФУ.

Оформление реферата должно соответствовать государственному стандарту ГОСТ 7.32-2001 и требованиям СТО СФУ, устанавливающим общие требования к структуре и правилам оформления научных и технических отчетов. Реферат должен сопровождаться библиографическим списком, который составляют в соответствии с ГОСТ 7.1−2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Объем реферата должен составлять 20–30 страниц.

Реферат включает следующие структурные элементы:

1. *Титульный лист*. С него начинается нумерация страниц, но номер не ставится. Номера страниц начинают печатать с первой страницы раздела «Введение». Титульный лист оформляется аналогично титульному листу курсовой работы: указывают наименование высшего учебного заведения; факультет, кафедру, где выполнялась работа; название работы; фамилию и инициалы студента; ученую степень и ученое звание, фамилию и инициалы преподавателя; город и год выполнения работы.
2. *Содержание.* В содержании представлены названия всех разделов и подразделов работы, каждое из которых печатается с новой строки. В конце строки ставится номер страницы, на которой напечатана данная рубрика в тексте. Номера страниц печатаются вблизи правого поля, все на одинаковом расстоянии от края страницы. Следует обратить внимание, что названия разделов и подразделов в оглавлении должно точно соответствовать заголовкам текста.
3. *Введение.* Во введении обосновывается актуальность рассматриваемой темы, пути развития на современном этапе, имеющиеся проблемы и способы их разрешения. Объем данного раздела не должен превышать одной страницы.
4. *Обзор литературы*. В данном разделе излагаются теоретические основы по выбранной тематике. Изложение должно вестись в форме теоретического анализа проработанных источников применительно к выполняемой теме логично, последовательно и грамотно. При необходимости данный раздел может состоять из отдельных подразделов. Из содержания теоретического обзора должно быть видно состояние изученности темы в целом и отдельных ее вопросов.
5. *Заключение*. Представляет собой краткое обобщение (2–3 абзаца) приведенных данных.
6. *Библиографический список.* Оформляется в соответствии с существующими требованиями.
7. *Приложения*.

Примерная тема реферативных работ приведена ниже:

  1. Определение размерности аттрактора по временной последовательности одной переменной. Корреляционный интеграл и корреляционная размерность. Алгоритмы Грассбергера-Прокацция и Скагля.

2.  Количественные характеристики хаотических сигналов в биосистемах. Динамические болезни.

3.   Моделирование динамики сердечного ритма методами нелинейной динамики.

4.   Климатические аттракторы.

5.  Фракталы в биологии.

6.  Явления флаттера (flutter) как пример автоколебательного процесса.

**4 Учебно-методические материалы по дисциплине**

*4.1Основная и дополнительная литература, информационные ресурсы*

***Основная литература***

1. Нелинейность в современном естествознании/ Рос. акад. наук, Ин-т прикладной математики им. М. В. Келдыша ; ред. Г. Г. Малинецкий. - М. : URSS, 2009. - 412 с. (1 экз.)
2. Гринченко, В.Т. Введение в нелинейную динамику: хаос и фракталы В.Т. Гринченко, В.Т. Мацыпура, А.А. Снарский. - Изд. 2-е . - Москва : УРСС(URSS); Издательство ЛКИ, 2007 . - 263 с. (1 экз.)
3. Квантовый хаос / ред. Я. Г. Синай ; науч. ред. А. И. Шафаревич. - М. ; Ижевск : Институт компьютерных исследований ; М. ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2008. - 382 с. (1 экз.)
4. [Заславский, Г. М](http://catalog.sfu-kras.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=EBOOK&P21DBN=EBOOK&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=5&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%97%D0%B0%D1%81%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9,%20%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9%20%D0%9C%D0%BE%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87). Гамильтонов хаос и фрактальная динамика= Hamiltonian Chaos and Fractional Dynamics : монография / Г. М. Заславский. - М. ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика : Институт компьютерных исследований, 2010. - 455 с. (1 экз.)
5. [Малинецкий, Г. Г](http://catalog.sfu-kras.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=EBOOK&P21DBN=EBOOK&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=5&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%86%D0%BA%D0%B8%D0%B9,%20%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9%20%D0%93%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D1%8C%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87). Математические основы синергетики: хаос, структуры, вычислительный эксперимент: монография / Г. Г. Малинецкий. - Изд. 5-е. - Москва : УРСС(URSS) ; Москва : Издательство ЛКИ, 2007. - 308 с. (2 экз.)

***Дополнительная литература***

1. Малинецкий, Г.Г. Нелинейная динамика и хаос: основные понятия [Текст] : [учебное пособие] / Г.Г. Малинецкий, А.Б. Потапов . - Москва : КомКнига, 2006 . - 237 с.
2. Анищенко В.С. Знакомство с нелинейной динамикой. Москва- Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002. 144 с.
3. Методы качественной теории в нелинейной динамике = Methods of Qualitative Theory in Nonlinear Dynamics / Л. П. Шильников [и др.] ; науч. ред. Д. В. Тураев, А. Л. Шильников ; пер. с англ. В. А. Осотовой. - М.; Ижевск : Институт компьютерных исследований : Регулярная и хаотическая динамика, 2004.
4. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. Москва, Мир, 1990
5. Рюэль Д. Случайность и хаос. Москва-Ижевск, Регулярная и хаотическая динамика, 2002.
6. Шустер Х. Детерминированный хаос. Москва: Мир, 1990.
7. Федер, Енс. Фракталы [Текст] = Fractals : перевод с английского / Енс Федер . - Москва : Мир, 1991 . - 260 с.
8. 3. Астахов В. В., Вадивасова Т. Е. Нелинейные эффекты в хаотических и стохастических системах - Москва : Институт компьютерных исследований, 2003
9. 4. С. П. Кузнецов.  Динамический хаос: курс лекций : учебное пособие для вузов по физическим специальностям – Москва, 2006

**Электронные ресурсы**:

1. Данилов, Ю. А.     Лекции по нелинейной динамике. Элементарное введение [Электронный ресурс] : учебное пособие для физико-математических и физико-химических специальностей вузов / Ю. А. Данилов. - Изд. 2-е, испр. -Москва:КомКнига, 2008. - 203 с. http://lib2.sfu-kras.ru/elib/b22/0234139.pdf
2. Тимофеев-Ресовский Н. В. Генетика, эволюция, значение методологии в естествознании. – Электронные данные. – Токмас-Пресс, 2009. - 240 c. Режим доступа: http://lib2.sfu-kras.ru/elib/b28/0234127.pdf
3. Bionanotechnology: Global Prospects. Editor: D. E. Reisner, CRC Press, 2009, 345 pp. Режим доступа: <http://lib2.sfu-kras.ru/elib/b28/0234104.pdf>

**Информационные ресурсы:**

1. <http://chaos.utexas.edu/>
2. <http://www.chaos.gwdg.de/>
3. <http://www.creatingtechnology.org/papers/chaos.htm>
4. <http://ocw.mit.edu/courses/earth-atmospheric-and-planetary-sciences/12-006j-nonlinear-dynamics-i-chaos-fall-2006/>
5. [http://brain.cc.kogakuin.ac.jp/~kanamaru/Chaos/e/](http://brain.cc.kogakuin.ac.jp/%7Ekanamaru/Chaos/e/)
6. <http://www.oxfordbibliographies.com/view/document/obo-9780199830060/obo-9780199830060-0024.xml>
7. [www.physionet.org](http://www.physionet.org)
8. <http://www.oxfordscholarship.com/view/10.1093/acprof:oso/9780198507239.001.0001/acprof-9780198507239>
9. <http://nd.ics.org.ru/>
10. <http://www.synergetic.ru/society/slozhnye-sistemy-i-nelineynaa-dinamika-v-prirode-i-obschestve.html>

*4.2 Контрольно-измерительные материалы*

Контрольно-измерительные материалы по дисциплине «Биофизика сложных систем» включают:

1) перечень тем рефератов;

2) перечень вопросов к экзамену.

Форма проведения экзамена: устный и письменный ответ на вопросы экзаменационного билета.

**Вопросы к экзамену:**

1. Консервативные и диссипативные системы. Фазовые портреты консервативных и диссипативных систем.
2. Механическое и термодинамическое равновесие.
3. Неравновесные системы и неравновесные ограничения. Стационарные состояния.
4. Нелинейность и обратные связи.
5. Второй закон термодинамики для открытых систем. Необратимость.
6. Устойчивость и неустойчивость. Виды устойчивости. Бифуркация и нарушения симметрии.
7. Упорядоченность и корреляции в сложных системах.
8. Определение и характерные признаки сложных систем.
9. Самоорганизация в физико-химических системах. Тепловая конвекция.
10. Реакция Белоусова-Жаботинского.
11. Физико-химическая и алгоритмическая сложность.
12. Самоорганизация и сложность в биологических системах.
13. Сложность в планетарном и космическом масштабах.
14. Определение динамических систем. Классификация динамических систем.
15. Описание динамических систем. Фазовое пространство. Фазовые траектории. Теорема Коши. Меры в фазовом пространстве.
16. Типы решений систем интегрируемых систем. Предельные циклы и регулярные аттракторы.
17. Размерность системы, размерность фазового пространства, размерность вложения.
18. Колебательные системы. Автоколебательные системы.
19. Аттракторы динамических систем. Периодические аттракторы. Квазипериодические аттракторы. Непериодические аттракторы.
20. Диссипативные системы в многомерных фазовых пространствах. Хаос и странные аттракторы. Модели странных аттракторов.
21. Переходные процессы. Странные (хаотические) аттракторы динамических систем.
22. Детерминированность, случайность , хаос. Детерминированный хаос.
23. Устойчивость и неустойчивость. Нелинейность. Неустойчивость и нелинейные ограничения. Вероятностные свойства детерминированных систем.
24. Модели, приводящие к хаотическому поведению. Сценарии становления хаотического поведения.
25. Определение размерности вложения и реконструкция. Теорема Такенса.
26. Определение размерности аттрактора по временной последовательности. Корреляционный интеграл и корреляционная размерность.
27. Алгоритмы Грассбергера-Прокацция и Скагля.
28. Количественные характеристики хаотических сигналов в биосистемах. Динамические болезни.
29. Моделирование динамики сердечного ритма.
30. Климатические аттракторы.