

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Естественных наук
2.	Направление подготовки	06.04.01 Биология
3.	Направленность (профиль)	Биоэкология
4.	Дисциплина (модуль)	Б1.В.03 Основы синергетики
5.	Форма обучения	Очная
6.	Год набора	2023

I. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных и практических занятий

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции, практические (семинарские) и лабораторные занятия.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Практические (семинарские) занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

II. Планы практических занятий

Практическое занятие № 1

Семинар на тему «Теория бифуркаций и катастроф и ее применение в биологии»

(2 часа)

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Теория катастроф, области ее применения.
2. Типы равновесия системы.
3. Понятия «бифуркация» и «катастрофа»

4. Состояние системы до точки бифуркации, в момент её и после.
5. Свойства системы в точке бифуркации.
6. Модель популяции, описываемая уравнением Мальтуса.
7. Каскад бифуркаций Роберта Мэя (последовательность Фейгенбаума)
8. Возникновение турбулентности через каскад бифуркаций.

Литература

Основная:

1. Концепции современного естествознания : учебник для студ. вузов, обуч. по направл. 050100 "Естественнонаучное образование" / под ред. Л. А. Михайлова. - СПб. : Питер, 2008. - 335 с. : ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 978-5-91180-778-8 [Гриф]

Дополнительная:

Каретин Ю.А. Синергетика. Курс лекций для биологов. – Владивосток, 2007

Практическое занятие № 2

Семинар на тему «Детерминированный хаос в биологических системах» (2 часа)

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Хаос в классическом и современном понимании. Динамический и статистический подходы к описанию объектов и явлений (детерминизм, случайность, непредсказуемость).
2. Компьютерная модель климата Земли Лоренца и ее роль в возникновении современной теории хаоса.
3. Аттрактор Лоренца. Простой и странный аттракторы. Свойства странного аттрактора.
4. Примеры систем, описываемых странным аттрактором.
5. Связь между детерминированным хаосом и самоорганизацией.
6. Квазиинтративные системы
7. Примеры детерминированного хаоса в биологических системах (функционирование сердца, активность нейронов мозга, развитие гастроваскулярной системы сцифомедузы).
8. Механизмы возникновения и значение хаоса для живых систем

Задания для самостоятельной работы:

Работа в компьютерном классе. Моделирование хаоса:

- 1) турбулентность в модели Лоренца,
- 2) хаос Фейгенбаума,
- 3) сравнительный анализ детерминистического и вероятностного подхода в исследовании эволюции сложных систем на примере системы хищник-жертва.
- 4) модель хаоса (теория изложена в журнале Science)
- 5) аттрактор Эно
- 6) Модель «Мир маргариток»

Литература

Основная:

1. Концепции современного естествознания : учебник для студ. вузов, обуч. по направл. 050100 "Естественнонаучное образование" / под ред. Л. А. Михайлова. - СПб. : Питер, 2008. - 335 с. : ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 978-5-91180-778-8 [Гриф]

Дополнительная:

1. Каретин Ю.А. Синергетика. Курс лекций для биологов. – Владивосток, 2007

Практическое занятие № 3

Семинар на тему «Фрактальная геометрия биологических систем» (2 часа)

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Научная деятельность Бенуа Мандельброта и ее значение для развития фрактальной геометрии.

2. Понятие фрактала. Свойства фрактала. Понятие фрактальной размерности. Методы измерения размерности фракталов. Мультифрактальный спектр.
3. Примеры фрактальных структур и процессов в природе. Квазифракталы.
4. Типы фракталов (линейные геометрические, нелинейные, хаотические).
5. Связь между самоорганизацией, хаосом и фракталами.
6. Примеры фрактальности биологических систем на молекулярном уровне (фрактальность структуры биомолекул и их комплексов, динамики окислительных процессов).
7. Примеры фрактальности биологических систем на клеточном уровне: фрактальные свойства пространственной организации мембран, цитоплазмы, ядра, распределения рецепторов и молекул адгезии, динамики клеточного движения, морфологии клеток и их ассоциаций).
8. Понятие перколяции. Теория перколяции.
9. Анализ нелинейных параметров нейронов.
10. Примеры фрактальности биологических систем на органном и организменном уровнях. Направления использования квазифрактальных структур живыми организмами.

Литература

Основная:

1. Концепции современного естествознания : учебник для студ. вузов, обуч. по направл. 050100 "Естественнонаучное образование" / под ред. Л. А. Михайлова. - СПб. : Питер, 2008. - 335 с. : ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 978-5-91180-778-8 [Гриф]

Дополнительная:

1. Каретин Ю.А. Синергетика. Курс лекций для биологов. – Владивосток, 2007

Практическое занятие № 4

Тема «Самоорганизация в неживых системах. Биологическая самоорганизация»

(2 часа)

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Второй закон термодинамики. Энтропия.
2. Фазовый переход. Общие принципы и закономерности фазовых переходов.
3. Примеры фазовых переходов в статических и динамических системах.
4. Ячейки Бенара.
5. Автокаталитическая реакция Белоусова-Жаботинского.
6. Теория эволюции химических гиперциклов Эйгена.
7. Связь между самоорганизацией и фазовым переходом.
8. Процессы самоорганизации с точки зрения второго начала термодинамики.
9. Отличие искусственных систем от природных.
10. Примеры самоорганизации живых систем на субмолекулярном уровне.
11. Примеры самоорганизации живых систем на клеточном уровне.
12. Примеры самоорганизации живых систем на организменном уровне.
13. Примеры самоорганизации живых систем на популяционном уровне.

Задания для самостоятельной работы:

- 1) Работа в компьютерном классе. Изучение процессов самоорганизации на следующих примерах:
 - химические осцилляции в реакции Белоусова-Жаботинского,
 - динамический хаос в модели математического маятника,
 - маятник Ван-дер-Поля,
 - нелинейный маятник, колеблющийся в вертикальной плоскости

- 2) Опишите развитие организма как процесс самоорганизации. Каково соотношение строгого детерминизма и стохастичности, неопределённости в развивающемся организме?
- 3) Докажите присутствие процессов самоорганизации в развитии и в функционировании человеческого мозга.

Литература

Основная:

1. Концепции современного естествознания : учебник для студ. вузов, обуч. по направл. 050100 "Естественнонаучное образование" / под ред. Л. А. Михайлова. - СПб. : Питер, 2008. - 335 с. : ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 978-5-91180-778-8 [Гриф]

Дополнительная:

1. Каретин Ю.А. Синергетика. Курс лекций для биологов. – Владивосток, 2007