



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП «Биологические системы: структура,
функции, технологии»


(подпись)
«15» 09 2018 г.

Кирсанова И.А.
(Ф.И.О. рук.ОП)



Зюмченко Н.Е.
(Ф.И.О. зав. каф.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«СИНЕРГЕТИКА»

Направление подготовки — 06.04.01 «Биология»

Образовательная программа «Биологические системы: структура, функции, технологии»

Квалификация (степень) «магистр»

Форма подготовки очная

Курс 1, семестр 2

лекции – 18 час.

практические (семинарские) занятия – 18 час.

лабораторные работы - нет

в том числе с использованием МАО пр. 18 час.

в том числе в электронной форме - нет.

всего часов аудиторной нагрузки – 36 час.

в том числе с использованием МАО – 18 час.

в том числе контролируемая самостоятельная работа - нет.

в том числе в электронной форме - нет.

самостоятельная работа – 72 час.

в том числе на подготовку к экзамену – нет.

курсовая работа / курсовой проект - нет

зачет – 2 семестр

экзамен – нет

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования ДВФУ, утвержденного приказом ректора ДВФУ от 04.04.2016 № 12-13-592.

Рабочая программа обсуждена на заседании Кафедры клеточной биологии и генетики ШЕН протокол № 1 от 19 сентября 2018 г.

Врио заведующего кафедрой – доцент Н.Е. Зюмченко.

Составитель: доцент Ю.А. Каретин.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Синергетика»

Рабочая программа дисциплины «Синергетика» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования ДВФУ по направлению «Биология». Дисциплина предназначена студентам 1-го курса магистратуры всех образовательных программ и реализуется в рамках учебного цикла Б1.Б – дисциплины, базовая часть.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 часов). Учебным планом предусмотрены лекции (18 часов), практические занятия (18 часов) и самостоятельная работа (72 часа).

Дисциплина «Синергетика» является базовой биологической дисциплиной. Требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины, включают в себя понимание всех уровней организации и функционирования живых систем, от молекулярного до популяционного, даваемое рядом ранее читаемых дисциплин: от биохимии до экологии включительно. Для освоения дисциплины важны также базовые знания физики, химии, математики, компьютерных наук.

В отличие от большинства других дисциплин, «Синергетика» делает акцент на синтетической, а не аналитической методологии исследования, описывает живые системы как сложные, эмерджентные, системы, динамику развития которых можно понять, рассматривая их как целое, не сводимое к сумме составляющих их компонентов. Кроме того, в данном курсе рассматривается целый спектр открытых, нелинейных, динамических самоорганизующихся систем, от физических до социальных, на примере которых прослеживаются общие принципы самоорганизации, доказывається, что без синтетического рассмотрения таких систем, как целого, невозможно адекватно описать и спрогнозировать их поведение. Такой подход согласуется с пониманием

синергетики как междисциплинарного направления исследований, и позволяет рассмотреть факты, излагаемые в ряде изученных ранее студентами дисциплин с точки зрения синергетической парадигмы, без которой невозможно описание и моделирование процессов в сложных многокомпонентных динамических системах, таких как экологические системы, развивающиеся живые организмы или циклические автокаталитические химические реакции.

Дисциплина носит мировоззренческий, описательный характер, и не перегружена математическим аппаратом, что отличает её от подобных курсов, читаемых на физико-математических специальностях.

Цель дисциплины: состоит в том, чтобы ознакомить студента с основными концепциями синергетического мировоззрения, с общими законами самоорганизации как неживых, так и живых систем, а также основами методологии исследования хаоса и самоорганизации в динамических системах.

Цели дисциплины:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- предмет, задачи и методы синергетики, ее фундаментальные разделы, необходимые для общего понимания синергетической парадигмы;
- понятия самоорганизации и детерминированного хаоса, в том числе в приложении к живым системам всех уровней организации;
- методологию исследования самоорганизующихся систем, включая понятия странных аттракторов в фазовом пространстве, катастрофы и последовательность Фейгенбаума;
- принципы моделирования динамики биосистем;
- основные понятия фрактальной геометрии;
- связь фрактальной геометрии с процессами самоорганизации;
- использование фрактальной геометрии в описании строения и динамики живых систем.

Уметь:

- применять знания по синергетике для более глубокого, комплексного рассмотрения общебиологических и специальных вопросов и задач, касающихся многокомпонентных развивающихся систем;
- видеть за частными закономерностями отдельных дисциплин общие концептуальные явления развития открытых, динамических, эволюционирующих систем.

Владеть:

- методологией исследования открытых систем, описания их языком фрактальной геометрии.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общекультурные и общепрофессиональные **компетенции** (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-5 способность генерировать идеи в научной и профессиональной деятельности	Знает	Основные законы синергетики, причины и механизмы самоорганизационных процессов в природе и обществе
	Умеет	Применять знания законов синергетики для генерирования идей в научной и профессиональной деятельности
	Владеет	Навыками нестандартного подхода при планировании и выполнении научной и профессиональной деятельности
ОПК-1 готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности	Знает	Основы синергетики, необходимые для коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности
	Умеет	Использовать знания синергетики для коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности
	Владеет	Навыками коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации

		Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности с использованием знаний синергетики
ОПК-3 готовностью использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач	Знает	фундаментальные биологические представления в области синергетики, необходимые для профессиональной деятельности, для постановки и решения новых задач
	Умеет	использовать фундаментальные биологические представления синергетики в сфере профессиональной деятельности, для постановки и решения новых задач
	Владеет	Навыками использовать фундаментальные биологические представления синергетики в сфере профессиональной деятельности, для постановки и решения новых задач

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Синергетика» применяются следующие **методы активного/ интерактивного обучения**:

Лекционные занятия:

1. Коллективная дискуссия;
2. Лекция-беседа.

Практические занятия:

1. Семинар-дискуссия.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции (18 ч)

Тема 1. Введение (1 ч)

Смена научной парадигмы за последние два-три десятилетия.

Область исследований нелинейной науки и теории самоорганизации (синергетики).

Краткая история становления и истоки современной нелинейной науки:

- от классической к нелинейной термодинамике;
- от топологической теории особенностей к теории катастроф;
- от детерминизма Лапласа и Эйнштейна к теории динамического (детерминированного) хаоса.

Тема 2. Детерминированный хаос (3 ч)

Энтропия как мера хаоса. Современное понимание хаоса.

Порядок и хаос; детерминизм и непредсказуемость.

Э. Лоренц (1963): принципиальная невозможность долгосрочного прогноза.

Странные (хаотические) аттракторы; траектории в фазовом пространстве.

Динамический хаос и границы предсказуемости.

Теория хаоса как современная стохастическая теория.

Странные аттракторы в физических, климатических, астрономических и биологических системах.

Переход от упорядоченного режима к хаотическому.

Синхронизация в биологических системах: переход от хаоса к упорядоченности.

Переходный хаос.

Хаос в физиологии и морфологии организма: нейронные ансамбли, ЭКГ.

Адаптивность частично хаотичного режима.

Тема 3. Теория катастроф (3 ч)

Теория топологических особенностей Уитни.

Теория катастроф Рене Тома.

Популяризация теории катастроф: И. Стьюарт, В.И. Арнольд.

Катастрофа как бифуркация.

Область предсказуемости и непредсказуемости на диаграммах бифуркаций.

Различные сценарии и режимы бифуркаций.

Каскад бифуркаций. Последовательность Фейгенбаума.

Концепция самоорганизованной критичности.

Сценарий удвоения периода процесса Ферхюльста: переход от упорядоченного режима к хаотическому.

Рост популяций.

Приложимость теории катастроф к другим областям биологии.

Тема 4. Фрактальная геометрия (3 ч)

Предшественники современной фрактальной геометрии: Вейерштрасс, Хаусдорф, Кантор, Жюлиа.

Кох, Серпинский; первые графические образы фракталов, L-системы.

Фрактальная геометрия Б. Мандельброта; множество Мандельброта, его алгоритм; другие компьютерные нелинейные фракталы.

Основные свойства фракталов: масштабная инвариантность, дробная размерность.

Линейные и нелинейные фракталы.

Детерминистические и хаотические фракталы.

Фрактальные деревья (L-системы).

Виртуальные ландшафты.

Физические фрактальные кластеры.

Модель агрегации, ограниченной диффузией; ее приложимость к биологическим объектам.

Тема 5. Квазифрактальность биосистем (3 ч)

Примеры фрактальных структур в биологии; имитационные фрактальные модели.

Соотношение упорядоченности и хаоса в структурной организации биологических объектов, выявляемое с помощью фрактальных моделей.

Квазифрактальность морфологии биосистем:

- на субклеточном и клеточном уровнях;

- на организменном уровне, квазифрактальность окраски, строения органов и систем организма;

- на популяционном уровне.

Квазифрактальность в динамике физиологии организмов.

Преимущества квазифрактальной организации.

Тема 6. Теория самоорганизации (3 ч)

Математическое доказательство спонтанного нарушения симметрии и возникновения неоднородности в исходно однородной системе (Тьюринг).

Нелинейная термодинамика и диссипативные структуры: И. Пригожин.

Синергетика (Хакен) как междисциплинарная наука о самоорганизации.

Классические примеры диссипативных структур: ячейки Бенара, реакция Белоусова-Жаботинского, лазер, агрегация амёб миксомицета и др.

Понятие эмерджентности.

Брюсселятор Пригожина.

Тема 7. Моделирование в биологии (2 ч)

Континуальные и дискретные модели самоорганизации, имитация реальных процессов и структур неживой и живой природы.

Модель агрегации ограниченной диффузией.

Модель клеточных автоматов.

Реакционно-диффузные модели самоорганизации: модели Майнхардта и Уолперта.

Моделирование и самообучение нейронных сетей.

Моделирование процессов эволюции.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические (семинарские) занятия (18 ч)

Занятие 1. Смена научных парадигм (2 ч)

1. Содержание, область приложения и методология науки классического периода.
2. Содержание, область приложения и методология науки нового времени.
3. Философия Лапласа и философия Пуанкаре.
4. Эволюционный принцип в науке. Шкала времени.
5. Понятие, история и методология синергетики

Занятие 2. Детерминированный хаос. Бифуркации и катастрофы (2 ч)

1. Понятия хаоса, порядка, детерминированного хаоса.
2. Бифуркация, точка бифуркации, 3 типа равновесия.
3. Последовательность Фейгенбаума.
4. Детерминированный хаос в функционировании живых систем.

Занятие 3. Самоорганизация (2 ч)

1. Понятие самоорганизации.
2. Фазовые переходы в статичных системах.
3. Динамические системы. Ячейки Бенара, лазер, гиперциклы Эйгена.
4. Реакция Белоусова – Жаботинского.
5. Самоорганизация в развитии организма, в работе органов и систем.
6. Процессы самоорганизации в биопопуляциях и в социуме.

Занятие 4. Странные аттракторы (2 ч)

1. Методология исследования хаотических процессов.
2. Аттрактор, странный аттрактор, фазовое пространство, фазовые траектории.
3. Топология и исследования странного аттрактора.

4. Н. Лоренц и его модель климата. Аттрактор Лоренца.
5. Странный аттрактор в описании физиологических процессов. Хаос в норме и патологии.
6. Аттрактор Эннона, сечение Пуанкаре.

Занятие 5. Моделирование в биологии (2 ч)

1. Дискретные модели: DLA модель, клеточные автоматы.
2. Континуальные модели: реакционно-диффузные модели, модель «Французского флага» Уолперта, модели Майнхарда.
3. Моделирование самоорганизации в морфогенезе организма.
4. Моделирование эволюции.
5. Искусственная нейронная сеть, самообучение.
3. Генетический алгоритм.

Занятие 6. Фрактальная геометрия (3 ч)

1. Бенуа Мандельброт и «Фрактальная геометрия природы».
2. Основные понятия. Определение и свойства фрактала.
3. Линейные, нелинейные и хаотические фракталы. Фрактальные кластеры.
4. Квазифрактальность в неживой природе.
5. Фрактальные размерности.
6. Фрактальность и процессы самоорганизации.

Занятие 7. Фрактальность живых систем (3 ч)

1. Квазифрактальность субклеточной, клеточной, организменной организации живых систем.
2. Клетка как фрактальный кластер. Клетка как перколяционный кластер.
3. Исследование квазифрактальности морфологии на примере гастроваскулярной системы медуз.
4. Фрактальность сидячих и подвижных организмов.
5. Фрактальность и развитие организма.

6. Основные направления и преимущества использования живыми организмами квазифрактальных структур.
7. Исследование квазифрактальности в динамике живых систем.

Занятие 8. Заключительный семинар (2 ч)

На последнем семинаре мы обсудим проникновение синергетического подхода во все сферы технологий, фундаментальной науки, современного искусства, трансформацию научного мировоззрения в целом. В частности, коснемся таких вопросов, как моделирование эволюционных процессов, нечёткая логика, генетические алгоритмы обучения, самоорганизация компьютерных сетей, самосборка в нанотехнологиях и пр. К семинару необходимо владеть всеми основными синергетическими понятиями, даваемыми в данном курсе, разбираться в методологии этой науки, понимать принципы самоорганизации сложных систем.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Синергетика» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Для контроля используются следующие оценочные средства:

УО-1 – устное собеседование, в основном на зачете;

УО-4 – дискуссия;

ПР-1 – письменный (или компьютерный) тест;

№ п/п	Контролируемые модули /разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Занятие 1. Смена научных парадигм	ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
		ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
2	Занятие 2. Детерминированный хаос. Бифуркации и	ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1

	катастрофы		ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
3	Занятие 3. Самоорганизация		ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
			ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
4	Занятие 4. Странные аттракторы		ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
			ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
5	Занятие 5. Моделирование биологии		ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
			ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
6	Занятие 6. Фрактальная геометрия		ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
			ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
7	Занятие 7. Фрактальность живых систем		ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
			ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
8	Занятие 8. Заключительный семинар		ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
			ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература (электронные и печатные издания)

1. Каретин Ю.А. Синергетика для биологов. Курс лекций. Владивосток: ДВГУ, 2009. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:262992&theme=FEFU>
2. Ризниченко Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии / Г. Ю. Ризниченко. - Москва Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2011. – 558 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:821122&theme=FEFU>
3. Ризниченко, Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Часть 1 [Электронный ресурс] / Г. Ю. Ризниченко. — Электрон. текстовые данные. — Москва-Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2008. — 232 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17629.html>
4. Edgar Gerald. Measure, Topology, and Fractal Geometry. Springer-Verlag New York, LLC. 2008. ISBN: 0387747486. 268 p.
5. Синергетика и самоорганизация. Социальная психология / В. П. Милованов. Москва : URSS, : [Либроком], [2013] 179 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:779715&theme=FEFU>
6. Букина Е.Я., Синергетика [Электронный ресурс] / Букина Е.Я. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 212 с. - ISBN 978-5-7782-2548-0 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778225480.html>
7. Губарев, В. В. Кибернетика, синергетика, информатика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Губарев. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2009. — 38 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54762.html>

Дополнительная литература

1. Глейк Дж. Хаос. Создание новой науки. - С-Пб. Амфора. 2001.
2. Исаева В. В. Синергетика для биологов. Вводный курс : учебное пособие / В. В. Исаева ; Дальневосточный государственный университет, Институт биологии моря ДВО РАН, НОЦ "Морская биота". - Владивосток : [Изд-во Дальневосточного университета], 2003. – 87 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:5509&theme=FEFU>
3. Исаева В. В. Синергетика для биологов : вводный курс : учебное пособие / В. В. Исаева ; [отв. ред. В. Л. Касьянов] ; Российская академия наук, Дальневосточное отделение, Институт биологии моря ; Дальневосточный государственный университет. - Москва : Наука, 2005. – 159 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:247458&theme=FEFU>
4. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. М., Наука, 1994.
5. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. М., УРСС. 2003.
6. Николис Г. Познание сложного : введение / Г. Николис, И. Пригожин ; пер. с англ. В. Ф. Пастушенко. - Москва : Мир, 1990. – 342 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:29328&theme=FEFU>
7. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М. ИКИ. 2002.
8. Пригожин И. От существующего к возникающему. М., УРСС. 2002.
9. Пригожин И. От существующего к возникающему. Время и сложность в физических науках / И. Пригожин ; пер. с англ. Ю. А. Данилова. - Москва : Наука, 1985. – 327 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:51733&theme=FEFU>
10. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой : пер. с англ. / И. Пригожин, И. Стенгерс ; ред. В. И. Аршинов. - Москва : Прогресс, 1986. – 432 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:53303&theme=FEFU>

11. Ризниченко, Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Часть 1 [Электронный ресурс] / Г. Ю. Ризниченко. — Электрон. текстовые данные. — Москва-Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2002. — 232 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17629.html>
12. Хакен Г., Хакен-Крелль М. Тайны восприятия. М. ИКИ. 2002.
13. Хакен Г. Общие принципы самоорганизации в природе и в обществе. Об истории синергетики / Г. Хакен, П. Плат, В. Эбелинг [и др.]. - Москва Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2018. - 419 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:870824&theme=FEFU>
14. Gleick J. Chaos: making a new science / James Gleick. - [New York] : Penguin Books, [1988]. - 352 p. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:834265&theme=FEFU>
15. Mandelbrot B. The Fractal Geometry of Nature / Benoit B. Mandelbrot. - New York : W. H. Freeman and Company, 2000. - 468 p. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:11351&theme=FEFU>
16. Peitgen, H.-O., Hartmut, J., Saupe, D. Chaos and fractals: new frontiers of science (2nd ed.). Springer. 2004. 864 pp. – Режим доступа: <https://yadi.sk/i/osGZ32Ipm2VgH>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет»**

1. <http://www.highwire.org/lists/freeart.dtl> - Библиотека научных журналов Стэнфордского университета. Около 700 000 полнотекстовых статей. Свободный доступ.
2. <http://www.scientific-library.net/> - Огромная библиотека научной и технической литературы. Можно скачивать электронные версии книг.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. При осуществлении образовательного процесса студенты используют программное обеспечение: MicrosoftOffice (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д), электронные ресурсы сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система издательства «Лань», электронная библиотека "Консультант студента", информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО" доступа к образовательным ресурсам, доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения дисциплины «Синергетика» предлагаются разнообразные методы и средства освоения учебного содержания: лекции, практические работы, тестирование, самостоятельная работа студентов.

Лекции

Лекция – основная активная форма аудиторных занятий, разъяснения основополагающих теоретических разделов биологии, которая предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Лекция носит познавательный, развивающий, воспитательный и организующий характер. Конспект лекций помогает усвоить теоретический материал дисциплины. При слушании лекции надо конспектировать ее рубрикации, терминологию, ключевые слова, определения, формулы, графические схемы. Конспект является полезным, когда он пишется самим студентом. Можно разработать собственную схему сокращения слов. Название тем, параграфов можно выделять цветными маркерами.

При домашней работе с конспектом лекций необходимо использовать основной учебник и дополнительную литературу, которые рекомендованы по

данной дисциплине. Именно такая серьезная работа студента с лекционным материалом позволяет достичь ему успехов в овладении новыми знаниями.

При изложении лекционного курса по дисциплине «Synergetics (Синергетика)» в качестве форм интерактивного обучения используются: лекция-беседа и коллективная дискуссия, которые строятся на базе предшествующих знаний, полученных студентами при изучении смежных дисциплин.

Лекция-беседа – строится в форме диалога с аудиторией. При этом, в начале лекции или по ходу изложения материала преподаватель ставит перед аудиторией проблемные вопросы по изучаемой теме и стимулирует к ответу разные части аудитории. При этом у студентов могут возникать свои вопросы, что может вызывать творческую дискуссию. Подобная форма проведения занятия усиливает эффект усвоения материала студентами, поскольку они непосредственно вовлекаются в обсуждение некоторых вопросов темы. Кроме того, такая форма создает прямой контакт преподавателя с аудиторией.

Коллективная дискуссия. В рамках некоторых тем, которые являются наиболее актуальными вопросами синергетики на сегодняшний день, преподаватель стимулирует развитие дискуссии внутри студенческого коллектива, присутствующего на лекции, задавая животрепещущие и порой провокационные вопросы. В рамках такой дискуссии обычно хорошо проявляется общая эрудиция студентов, умение ориентироваться в материале, а также степень освоения ими материала прошлых тем.

Практические занятия

Практические занятия – коллективная форма рассмотрения и закрепления учебного материала. Семинарские занятия являются одним из основных видов практических занятий, предназначенных для углубленного изучения дисциплины, проводятся в интерактивном режиме. На занятиях по теме семинара разбираются вопросы, и затем вместе с преподавателем проводится

их обсуждение, которое направлено на закрепление материала, формирование навыков вести полемику, развитие самостоятельности и критичности мышления, на способность студентов ориентироваться в больших информационных потоках, вырабатывать и отстаивать собственную позицию по проблемным вопросам учебной дисциплины.

В качестве методов интерактивного обучения на семинарских занятиях используется семинар-дискуссия.

Семинар-дискуссия в группе имеет ряд достоинств. Он базируется на докладах, сообщениях по темам рефератов, подготовленных студентами заранее, в рамках каждого практического занятия. Дискуссия может быть вызвана преподавателем в ходе занятия или же заранее планируется им и образуется как процесс диалогического общения, в ходе которого происходит формирование практического опыта обсуждения теоретических и практических проблем. В ходе полемики студенты формируют у себя находчивость, быстроту мыслительной реакции. На таком семинаре студенты учатся точно выражать свои мысли и аргументировать свою точку зрения, а также выдержано опровергать оппонентов.

Контрольные тестирования

Тестирования. Тестирование может проводиться как в форме традиционного письменного в обычной аудитории, так и электронного в компьютерном классе. Типы тестовых заданий различны: выбор одного или нескольких правильных вариантов ответов, установление соответствия, дополнение терминов и др.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционная аудитория с мультимедийным обеспечением и интерактивной доской.
2. Аудитория для проведения практических (семинарских) занятий, контрольных работ и тестирования.
3. Компьютерный класс для текущего тестирования студентов.
4. Учебные таблицы, слайды, компьютерные презентации.

№ п/п	Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы с указанием адреса	Перечень основного оборудования
1.	Лаборатория общего практикума по генетике: 690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд. L707 (учебная аудитория для проведения занятий лекционного и практического типа)	Мультимедийный проектор NEC VT46RU – 1 шт.; переносной экран Draper Consul – 1 шт.; ноутбук; настенный экран Draper Baronet – 1 шт.; Лабораторные столы и стулья.
2.	690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10) (аудитории для самостоятельной работы)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветных спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)**

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине

«Синергетика»

Направление подготовки –06.04.01 «Биология»

Образовательная программа «Биологические системы: структура, функции,
технологии»

Квалификация (степень) «магистр»

Форма подготовки очная

Владивосток

2018

Самостоятельная работа студента включает:

1) библиотечную или домашнюю работу с учебной литературой и конспектом лекций;

2) подготовку к тестированиям и контрольному (итоговому) собеседованию;

3) изучение основных информационных сайтов в Интернете, связанных с вопросами биологии человека и его здоровья.

Порядок выполнения самостоятельной работы учащиеся определяют сами, руководствуясь календарно-тематическим планом дисциплины, в котором установлена последовательность проведения лекций, практических занятий и тестирований по темам курса.

Календарно-тематический план дисциплины «Синергетика»

Неделя	Даты	Лекции	Практические занятия
1		Тема 1. Введение (1 ч) Смена научной парадигмы за последние два-три десятилетия. Область исследований нелинейной науки и теории самоорганизации (синергетики). Краткая история становления и истоки современной нелинейной науки: - от классической к нелинейной термодинамике; - от топологической теории особенностей к теории катастроф; - от детерминизма Лапласа и Эйнштейна к теории динамического (детерминированного) хаоса.	-

2	<p>Тема 2. Детерминированный хаос (3 ч)</p> <p>Энтропия как мера хаоса. Современное понимание хаоса.</p> <p>Порядок и хаос; детерминизм и непредсказуемость.</p> <p>Э. Лоренц (1963): принципиальная невозможность долгосрочного прогноза.</p> <p>Странные (хаотические) аттракторы; траектории в фазовом пространстве.</p> <p>Динамический хаос и границы предсказуемости.</p> <p>Теория хаоса как современная стохастическая теория.</p> <p>Странные аттракторы в физических, климатических, астрономических и биологических системах.</p> <p>Переход от упорядоченного режима к хаотическому.</p> <p>Синхронизация в биологических системах: переход от хаоса к упорядоченности.</p> <p>Переходный хаос.</p> <p>Хаос в физиологии и морфологии организма: нейронные ансамбли, ЭКГ.</p> <p>Адаптивность частично хаотичного режима.</p>	<p>Занятие 1. Смена научных парадигм (2 ч)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Содержание, область приложения и методология науки классического периода. 2. Содержание, область приложения и методология науки нового времени. 3. Философия Лапласа и философия Пуанкаре. 4. Эволюционный принцип в науке. Шкала времени. 5. Понятие, история и методология синергетики.
3	<p>Тема 3. Теория катастроф (3 ч)</p> <p>Теория топологических особенностей Уитни.</p> <p>Теория катастроф Рене Тома.</p> <p>Популяризация теории катастроф: И. Стьюарт, Арнольд.</p> <p>Катастрофа как бифуркация.</p> <p>Область предсказуемости и непредсказуемости в диаграммах бифуркаций.</p> <p>Различные сценарии и режимы бифуркаций.</p> <p>Каскад бифуркаций. Последовательность Фейгенбаума.</p> <p>Концепция самоорганизованной критичности</p> <p>Сценарий удвоения периода процесса Ферхюльста: переход от упорядоченного режима к хаотическому.</p> <p>Рост популяций.</p> <p>Приложимость теории катастроф к другим областям биологии.</p>	<p>Занятие 2. Детерминированный хаос. Бифуркации и катастрофы (2 ч)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятия хаоса, порядка, детерминированного хаоса. 2. Бифуркация, точка бифуркации, 3 типа равновесия. 3. Последовательность Фейгенбаума. 4. Детерминированный хаос в функционировании живых систем.
4	<p>Тема 4. Фрактальная геометрия (3 ч)</p> <p>Предшественники современной фрактальной геометрии: Вейерштрасс, Хаусдорф, Кантор, Жюлиа.</p> <p>Кох, Серпинский; первые графические образы фракталов, L-системы.</p> <p>Фрактальная геометрия Б. Мандельброта; множество Мандельброта, его алгоритм; другие компьютерные нелинейные фракталы.</p> <p>Основные свойства фракталов: масштабная инвариантность, дробная размерность.</p> <p>Линейные и нелинейные фракталы.</p> <p>Детерминистические и хаотические</p>	<p>Занятие 3. Самоорганизация (2 ч)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие самоорганизации. 2. Фазовые переходы в статичных системах. 3. Динамические системы. Ячейки Бенара, лазер, гиперциклы Эйгена. 4. Реакция Белоусова – Жаботинского. 5. Самоорганизация в развитии организма, в работе органов и систем. 6. Процессы самоорганизации в биопопуляциях и в социуме.

	<p>фракталы. Фрактальные деревья (L-системы). Виртуальные ландшафты. Физические фрактальные кластеры. Модель агрегации, ограниченной диффузией; ее приложимость к биологическим объектам.</p>	Тестирование по Теме 1.
5	<p>Тема 5. Квазифрактальность биосистем (3 ч) Примеры фрактальных структур в биологии; имитационные фрактальные модели. Соотношение упорядоченности и хаоса в структурной организации биологических объектов, выявляемое с помощью фрактальных моделей. Квазифрактальность морфологии биосистем: - на субклеточном и клеточном уровнях; - на организменном уровне, квазифрактальность окраски, строения органов и систем организма; - на популяционном уровне. Квазифрактальность в динамике физиологии организмов. Преимущества квазифрактальной организации.</p>	<p>Занятие 4. Странные аттракторы (2 ч) 1. Методология исследования хаотических процессов. 2. Аттрактор, странный аттрактор, фазовое пространство, фазовые траектории. 3. Топология и исследования странного аттрактора. 4. Н. Лоренц и его модель климата. Аттрактор Лоренца. 5. Странный аттрактор в описании физиологических процессов. Хаос в норме и патологии. 6. Аттрактор Эннона, сечение Пуанкаре.</p>
6	<p>Тема 6. Теория самоорганизации (3 ч) Математическое доказательство спонтанного нарушения симметрии и возникновения неоднородности в исходно однородной системе (Тьюринг). Нелинейная термодинамика и диссипативные структуры: И. Пригожин. Синергетика (Хакен) как междисциплинарная наука о самоорганизации. Классические примеры диссипативных структур: ячейки Бенара, реакция Белоусова-Жаботинского, лазер, агрегация амёб миксомицета и др. Понятие эмерджентности. Брюсселятор Пригожина.</p>	<p>Занятие 5. Моделирование в биологии (2 ч) 1. Дискретные модели: DLA модель, клеточные автоматы. 2. Континуальные модели: реакционно-диффузные модели, модель «Французского флага» Уолперта, модели Майнхарда. 3. Моделирование самоорганизации в морфогенезе организма. 4. Моделирование эволюции. 5. Искусственная нейронная сеть, самообучение. 3. Генетический алгоритм.</p>
7	<p>Тема 7. Моделирование в биологии (2 ч) Континуальные и дискретные модели самоорганизации, имитация реальных процессов и структур неживой и живой природы. Модель агрегации ограниченной диффузией. Модель клеточных автоматов. Реакционно-диффузные модели самоорганизации: модели Майнхардта и Уолперта. Моделирование и самообучение нейронных сетей. Моделирование процессов эволюции.</p>	<p>Занятие 6. Фрактальная геометрия (3 ч) 1. Бенуа Мандельброт и «Фрактальная геометрия природы». 2. Основные понятия. Определение и свойства фрактала. 3. Линейные, нелинейные и хаотические фракталы. Фрактальные кластеры. 4. Квазифрактальность в неживой природе. 5. Фрактальные размерности. 6. Фрактальность и процессы</p>

8			<p>самоорганизации.</p> <p>Занятие 7. Фрактальность живых систем (3 ч)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Квазифрактальность субклеточной, клеточной, организменной организации живых систем. 2. Клетка как фрактальный кластер. Клетка как перколяционный кластер. 3. Исследование квазифрактальности морфологии на примере гастроваскулярной системы медуз. 4. Фрактальность сидячих и подвижных организмов. 5. Фрактальность и развитие организма. 6. Основные направления и преимущества использования живыми организмами квазифрактальных структур. 7. Исследование квазифрактальности в динамике живых систем.
9			<p>Занятие 8. Заключительный семинар (2 ч)</p> <p>На последнем семинаре мы обсудим проникновение синергетического подхода во все сферы технологий, фундаментальной науки, современного искусства, трансформацию научного мировоззрения в целом. В частности коснемся таких вопросов, как моделирование эволюционных процессов, нечёткая логика, генетические алгоритмы обучения, самоорганизация компьютерных сетей, самосборка в нанотехнологиях и пр. К семинару необходимо владеть всеми основными синергетическими понятиями, даваемыми в данном курсе, разбираться в методологии этой науки, понимать принципы самоорганизации сложных систем.</p>

10			Заключительное собеседование. Тестирование (2 часа)
----	--	--	--

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине
«Синергетика»**

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к практическим занятиям.	8 часов	Самоконтроль.
2	2 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к практическим занятиям.	8 часов	Работа на практическом занятии.
3	3 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к практическим занятиям.	8 часов	Работа на практическом занятии.
4	4 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к практическим занятиям.	8 часов	Работа на практическом занятии.
5	5 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к практическим занятиям.	8 часов	Работа на практическом занятии.
6	6 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к тестированию 1.	8 часов	Работа на практическом занятии.
7	7 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций.	8 часов	Тестирование 1.

		Подготовка к практическим занятиям.		
8	8 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к итоговому собеседованию.	8 часов	Работа на практическом занятии.
9	9 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций.	8 часов	Итоговое собеседование.
		ИТОГО	72 часа	

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения практических занятий и тестирований по темам. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме устного собеседования (зачета). На основании этих результатов студент получает текущие оценки, по которым выводится итоговая оценка.

Методические указания по подготовке к семинарам

Поскольку семинар является коллективной формой рассмотрения и закрепления учебного материала, к нему должны готовиться все студенты, хотя и не у всех будут доклады. На каждый семинар заранее объявляется тема и перечень вопросов для подготовки рефератов и соответствующих устных докладов (сообщений) – на 5-7 минут на каждый вопрос. К докладу надо проработать соответствующий материал из учебника, конспекта лекций, дополнительной литературы и интернет-источников. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно использовать термины и ключевые слова по данной теме. После доклада проводится краткое обсуждение с дополнениями, поправками в виде вопросов – ответов или дополнительных выступлений. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.

Семинарские занятия проводятся в форме дискуссии.

Методические указания по подготовке к тестированиям по темам

К тестированию студент должен подготовиться особенно тщательно, так как полученные оценки являются одним из ведущих источников итоговой оценки студента. Необходимо еще раз повторить лекционный материал, прочитать нужный раздел в учебнике, вспомнить дискуссии на лекциях и практических занятиях. Старайтесь больше использовать дополнительного материала, в том числе из Интернет-источников, для лучшего усвоения материала. Во многих темах необходимо будет обращаться к источникам (учебникам) по другим дисциплинам. Не пренебрегайте такими источниками, обязательно используйте их при подготовке. В таком случае, материал будет усваиваться легче.

Методические указания по работе с литературой

Определитесь со списком литературы, доступной вам. Основой может стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие, убирать те, которые оказались не соответствующие тематике. Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ, при этом не стесняйтесь обращаться за помощью к сотрудникам библиотеки.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

При изучении материалов по синергетике старайтесь пользоваться и электронными ресурсами, и многочисленными сайтами по новостям науки для усвоения современной информации по различным темам курса.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Синергетика»

Направление подготовки –06.04.01 «Биология»

Образовательная программа «Биологические системы: структура, функции,
технологии»

Квалификация (степень) «магистр»

Форма подготовки очная

Владивосток

2018

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ОК-5 способность генерировать идеи в научной и профессиональной деятельности</p>	Знает	Основные законы синергетики, причины и механизмы самоорганизационных процессов в природе и обществе
	Умеет	Применять знания законов синергетики для генерирования идей в научной и профессиональной деятельности
	Владеет	Навыками нестандартного подхода при планировании и выполнении научной и профессиональной деятельности
<p>ОПК-1 готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности</p>	Знает	Основы синергетики, необходимые для коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности
	Умеет	Использовать знания синергетики для коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности
	Владеет	Навыками коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности с использованием знаний синергетики
<p>ОПК-3 готовностью использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач</p>	Знает	фундаментальные биологические представления в области синергетики, необходимые для профессиональной деятельности, для постановки и решения новых задач
	Умеет	использовать фундаментальные биологические представления синергетики в сфере профессиональной деятельности, для постановки и решения новых задач
	Владеет	Навыками использовать фундаментальные биологические представления синергетики в сфере профессиональной деятельности, для постановки и решения новых задач

№ п/п	Контролируемые модули /разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Занятие 1. Смена научных парадигм	ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
		ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
2	Занятие 2. Детерминированный хаос. Бифуркации и катастрофы	ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
		ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
3	Занятие 3. Самоорганизация	ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
		ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
4	Занятие 4. Странные аттракторы	ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
		ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
5	Занятие 5. Моделирование биологии	ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
		ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
6	Занятие 6. Фрактальная геометрия	ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
		ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
7	Занятие 7. Фрактальность живых систем	ОК-5	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
		ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1
8	Занятие 8.	ОК-5	Знание	УО-4	УО-1

	Заключительный семинар		Умение Владение	ПР-1	
		ОПК-1 ОПК-3	Знание Умение Владение	УО-4 ПР-1	УО-1

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОК-5 способность генерировать идеи в научной и профессиональной деятельности	знает (пороговый уровень)	основные законы синергетики, причины и механизмы самоорганизационных процессов в природе и обществе	знание основных законов синергетики, причин и механизмов самоорганизационных процессов в природе и обществе	способность использовать знание основных законов синергетики, причин и механизмов самоорганизационных процессов в природе и обществе
	умеет (продвинутый)	применять знания законов синергетики для генерирования идей в научной и профессиональной деятельности	умение применять знания законов синергетики для генерирования идей в научной и профессиональной деятельности	способность применять знания законов синергетики для генерирования идей в научной и профессиональной деятельности
	владеет (высокий)	навыками нестандартного подхода при планировании и выполнении научной и профессиональной деятельности	владение навыками нестандартного подхода при планировании и выполнении научной и профессиональной деятельности	способность использовать навыки нестандартного подхода при планировании и выполнении научной и профессиональной деятельности
ОПК-1 готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном	знает (пороговый уровень)	основы синергетики, необходимые для коммуникации в устной и письменной формах на государственном	знание основ синергетики, необходимых для коммуникации в устной и письменной формах на государственном	способность использовать знание основ синергетики, необходимых для коммуникации в устной и письменной формах на

языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности		языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности	языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности	государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности
	умеет (продвинутый)	использовать знания синергетики для коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности	умение использовать знания синергетики для коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности	способность использовать знания синергетики для коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности
	владеет (высокий)	навыками коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности с использованием знаний синергетики	владение навыками коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности с использованием знаний синергетики	способность использовать навыки коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности с использованием знаний синергетики
ОПК-3 готовностью использовать фундаментальные биологические представления в	знает (пороговый уровень)	фундаментальные биологические представления в области синергетики, необходимые для профессионально	знание фундаментальных биологических представлений в области синергетики, необходимых для	способность использовать знание фундаментальных биологических представлений в области синергетики,

сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач		й деятельности, для постановки и решения новых задач	профессиональной деятельности, для постановки и решения новых задач	необходимых для профессиональной деятельности, для постановки и решения новых задач
	умеет (продвинутый)	использовать фундаментальные биологические представления синергетики в сфере профессиональной деятельности, для постановки и решения новых задач	умение использовать фундаментальные биологические представления синергетики в сфере профессиональной деятельности, для постановки и решения новых задач	способность использовать фундаментальные биологические представления синергетики в сфере профессиональной деятельности, для постановки и решения новых задач
	владеет (высокий)	навыками использовать фундаментальные биологические представления синергетики в сфере профессиональной деятельности, для постановки и решения новых задач	владение навыками использования фундаментальных биологических представлений синергетики в сфере профессиональной деятельности, для постановки и решения новых задач	способность использовать навыки использования фундаментальных биологических представлений синергетики в сфере профессиональной деятельности, для постановки и решения новых задач

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

По изучаемой дисциплине для текущего контроля и промежуточной (семестровой) аттестации используются следующие

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА :

1. Устный опрос (УО):

- а) собеседование (УО-1).
- б) дискуссия (УО-4).

2. Письменные работы (ПР):

а) тесты (ПР-1).

Устный опрос - наиболее распространенный метод контроля знаний студентов. При устном опросе устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и студентами, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных возможностей усвоения студентами учебного материала. Он является наиболее распространенной и адекватной формой контроля знаний учащихся. Включает в себя собеседование на зачете.

Критерии оценки устного ответа:

Оценка «зачтено» ставится тогда, когда студент свободно владеет материалом, кроме того, легко ориентируется в материале изучаемой дисциплины, что отмечается в ответах на дополнительные вопросы, и если допускает ошибки при ответе на вопросы преподавателя, то при этом может исправить ошибку при задавании ему наводящих вопросов.

Оценка «незачетно» ставится тогда, когда студент испытывает затруднения при ответе на вопросы преподавателя, не владеет материалом изучаемой дисциплины, плохо отвечает или не отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

Дискуссия – это оценочное средство, позволяющее включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения. Дискуссия используется для обсуждения основных тем докладов в рамках практических занятий. Чтобы быть готовым к дискуссии необходимо готовиться к каждому практическому занятию, используя рекомендуемую основную и дополнительную литературу, а также лекционный материал.

5 баллов выставляется студенту, если он/она не менее двух-трех раз включался в дискуссию по обсуждаемой проблеме; выразил своё мнение по

сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие; были приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера; продемонстрировано знание и владение навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, в процессе обсуждения допущено не было.

4 балла выставляется студенту, если он/она хотя бы один-два раза включался в дискуссию по обсуждаемой проблеме; его выступления характеризовались смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы; для аргументации приводились данные отечественных и зарубежных авторов; продемонстрированы исследовательские умения и навыки; фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, в процессе обсуждения допущено не было.

3 балла выставляется студенту, если он/она только один раз включался в дискуссию, при этом не выражая свою точку зрения по обсуждаемой проблеме; из выступления было видно, что проведен достаточно самостоятельный анализ основных составляющих проблемы; есть понимание базовых основ темы; при подготовке были привлечены основные источники по рассматриваемой теме; допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы.

2 балла выставляется студенту, если он, присутствуя на занятии, никак не включался в дискуссию по теме практического занятия; не было высказано каких бы то ни было комментариев, не проведено анализа; допущено три или более трех ошибок смыслового содержания раскрываемой проблемы.

Тест является письменной или компьютерной формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин.

Критерии оценки теста:

5 баллов выставляется студенту, если он ответил на 100-85 % от всех вопросов.

4 балла выставляется за правильный ответ на 75-85 % от всех вопросов.

3 балла выставляется за правильный ответ на 65-75 % от всех вопросов.

2 балла выставляется за правильный ответ на 50-65 % от всех вопросов.

1 балл выставляется за правильный ответ менее чем на 50 % от всех вопросов.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

В качестве заключительного этапа промежуточной (семестровой) аттестации по дисциплине «Synergetics (Synergy)», предусмотрен **зачет**.

Методические указания по сдаче зачета

На зачете в качестве оценочного средства применяется устное собеседование по вопросам, составленным ведущим преподавателем. Вопросы получают старосты учебных групп заблаговременно.

Зачет принимается ведущим преподавателем.

При явке на зачет студенты обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют преподавателю. Преподаватель заполняет соответствующие графы зачетной книжки студента.

При промежуточной аттестации установлены оценки на зачёте – «зачтено» и «не зачтено».

При неявке студента на зачет без уважительной причины в ведомости делается запись «не явился».

Оценки, выставленные преподавателем по итогам зачета, подлежат пересмотру только до конца зачетной недели. Студент, не согласный с

выставленной оценкой, имеет право подать заявление на имя директора Школы. В случае обоснованности поданного заявления директор Школы создает комиссию в составе трех преподавателей по соответствующей кафедре. Оценка, полученная студентом во время пересдачи зачета комиссии, является окончательной.

Критерии выставления оценки на зачете

Оценка «зачтено» ставится тогда, когда студент свободно владеет материалом, кроме того, легко ориентируется в материале изучаемой дисциплины, что отмечается в ответах на дополнительные вопросы, и если допускает ошибки при ответе на вопросы преподавателя, то при этом может исправить ошибку при задавании ему наводящих вопросов.

Оценка «не зачтено» ставится тогда, когда студент испытывает затруднения при ответе на вопросы преподавателя, не владеет материалом изучаемой дисциплины, плохо отвечает или не отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

Вопросы к зачету по дисциплине «Синергетика»

1. Каков механизм построения фрактальной структуры? (Фрактал, это не форма, фрактал, это итерационный процесс, необходимо иметь это в виду).
2. Что такое фрактал? (Дать либо строгое математическое, либо альтернативное определение).
3. Кто ввёл термин «Фрактал»? (Имя учёного, его профессия, место работы.)
4. Что такое фрактальная размерность?
5. Каково было первое практическое приложение измерения фрактальной размерности и почему возникла его необходимость?
6. Алгоритм вычисления фрактальной размерности box-counting методом. Написать формулу и расшифровать её.

7. Алгоритм построения множества Кантора. Написать формулу подсчёта фрактальной размерности данного множества.
8. Алгоритм построения треугольника Серпинского. Написать формулу подсчёта фрактальной размерности данного множества.
9. Что такое квазифрактал?
10. Множества Жюлиа и Мандельброта. Алгоритм построения.
11. Объясните утверждение: «Фрактальная геометрия – геометрия природы». Кто автор этого утверждения?
12. Что такое энтропия?
13. Динамический (детерминированный) хаос. Дать определение.
14. В чём отличие динамического (детерминированного) хаоса от хаоса в традиционном понимании?
15. Что такое нелинейная система? (Дать определение. Свойства нелинейных систем.)
16. Что такое динамическая система? (Дать определение. Свойства динамических систем.)
17. Что такое открытая система? (Дать определение. Свойства открытых систем.)
18. Привести примеры детерминированного хаоса в реальном мире: в физике, в экономике, в химии, в биологии.
19. Фазовое пространство – определение. Что может служить координатными осями фазового пространства?
20. Самоподобие, определение.
21. Преимущества использования живыми организмами фрактальности в морфологии органов, систем, тканей, организма в целом.
22. Клетка как перколяционный кластер. Особенности функционирования, преимущества.
23. Внутриклеточная самоорганизация, привести минимум 2 примера.
24. Клетка как квазифрактал. Описать преимущества фрактальной организации живой материи на клеточном (субклеточном) уровне организации.

25. Методики вычисления фрактальной размерности, описать минимум 4 методики.
26. Лакунарность: разъяснение, определение, использование.
27. Box-counting фрактальная размерность. Описать методику подсчёта.
28. Ruler фрактальная размерность. Описать методику подсчёта.
29. Модель «мира маргариток». В каких состояниях может стабилизироваться эта система?
30. Написать уравнение динамики численности популяции Мальтуса приводящее к каскаду бифуркаций при увеличении r .
31. Модельные объекты для изучения хаоса в морфогенезе многоклеточных, привести минимум 2 примера.
32. Хаос и фрактальность в эволюции живого.
33. Какие свойства фракталов оказываются полезными для внешних или внутренних структур живых организмов?
34. Докажите универсальность синергетических принципов. (Синергетика изначально сформировалась и развивается, как междисциплинарная область исследований, подумайте, почему это произошло).
35. В каких областях знаний используется синергетическая методология и почему она там необходима?
36. Что происходит с энтропией замкнутой, открытой и живой систем?
37. Опишите процесс самоорганизации волнового цуга в лазере.
38. Митчел Файгенбаум – значение его работ для синергетики.
39. Редукционизм в биологии. В чём его сущность и исторические перспективы?
40. 2 основные типа моделей в биологии и их отличия.
41. Примеры дискретных моделей в биологии. (Назвать и кратко описать 2 модели).
42. Циклический клеточный автомат. Описать правила генерации паттернов этой моделью и привести минимум 2 примера реальных систем, динамика которых воспроизводится этой моделью.

43. Модель «Французского флага» Л. Уолперта. Дать краткое описание и область использования.

44. Реакционно-диффузная модель. Опишите правила формирования паттернов в этой модели и приведите минимум 2 примера реальных систем, динамика которых может быть описаны с помощью этой модели.

Оценочные средства для текущей аттестации

Вопросы для подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Синергетика»

Тема 1.

1. В чём заключается, и какие предпосылки имеет смена научной парадигмы приведшая к появлению синергетики? (Какие цели ставили перед собой учёные разных эпох, какие практические приложения старой и новой науки. Анализ и синтез в науке. Рождения эволюционного принципа в науке.)
2. Мир Лапласа и мир Пуанкаре, в чём различие между ними?
3. Что такое параметр порядка? (Почему поведение элемента системы отлично внутри системы и вне её, почему система не равна лишь сумме составляющих её элементов)
4. Почему познание биологической жизни невозможно без синергетического подхода, а возможно лишь изучение отдельных её элементов?
5. Что включает в себя нелинейная наука?
6. Почему синергетика это столь междисциплинарное направление исследований?

7. Какая традиционная область физики изучала процессы, имеющие шкалу времени, необратимые, и как её постулаты расходились с эволюционными представлениями?
8. Что такое открытые системы и что такое нелинейное поведение?
9. Что такое хаос, порядок и энтропия?

Тема 2.

1. Что такое фазовый переход?
2. Приведите примеры фазовых переходов в статичных системах.
3. Приведите примеры фазовых переходов в динамических системах.
4. Опишите возникновение ячейки Бенара в подогреваемой жидкости.
5. Как вы думаете, увеличилось или уменьшилось количество информации в системе после появления ячеек Бенара?
6. Какие можно выделить общие закономерности фазовых переходов?
7. Что такое самоорганизация?
8. Какова же связь между самоорганизацией и фазовым переходом?
9. Какие ещё примеры процессов самоорганизации вы можете привести?
10. Как согласовать процессы самоорганизации со вторым началом термодинамики?

Тема 3.

1. Почему зима 1961 года считается временем рождения науки о хаосе?
2. Приведите примеры очень простых модельных систем с непредсказуемым поведением.
3. Что такое фазовое пространство?
4. Что такое аттрактор?
5. Как будет представлен в фазовом пространстве аттрактор затухающего и незатухающего маятника?
6. Что такое странный аттрактор?

7. Сколько измерений может иметь пространство странного аттрактора?
8. Опишите несколько важных свойств странного аттрактора.
9. Поведение каких систем описывает странный аттрактор?
10. Каскад бифуркаций Роберта Мэя: чем интересно его открытие?
11. Что же такое детерминированный хаос и чем он отличается от классического хаоса?
12. Модель «мир маргариток»: какие устойчивые состояния может принять эта система? Возможны ли переходы между ними?
13. Приведите примеры самоорганизации на субклеточном, надклеточном, организменном, популяционном уровнях.
14. Приведите примеры нехаотической и хаотической динамики организма в норме и патологии.
15. В чём принципиальное различие между живым организмом и искусственными системами, создаваемыми сегодня человеком?
16. Докажите присутствие процессов самоорганизации в развитии и в функционировании человеческого мозга.
17. Опишите развитие организма как процесс самоорганизации.
18. Опишите процесс эволюции как самоорганизующийся процесс.
25. Какие вы знаете современные технологии, использующие или пытающиеся использовать принцип самоорганизации?

Тема 4.

1. Научная деятельность Бенуа Мандельброта и её значение для развития фрактальной геометрии.
2. Что такое фрактал, каковы его свойства?
3. Приведите примеры алгоритмов построения линейных фракталов.
4. Что такое L – графика?
5. Что представляют собой нелинейные фракталы? Назовите парочку известных.

6. Есть ли принципиальная связь между аттрактором и нелинейным фракталом?
7. Что такое фрактальный кластер?
8. Есть ли связь между детерминированным хаосом и фрактальной структурой?
9. Что подразумевается под понятием «фрактальная размерность»?
10. Какие ещё нелинейные параметры, кроме фрактальных размерностей, вы знаете?
11. Приведите примеры квазифрактальных форм в неживой природе.
12. Почему Мандельброт назвал фрактальную геометрию «геометрией природы»?
13. Какие свойства фракталов используют живые системы?
14. Приведите примеры квазифрактальности в динамике функционирования живых систем.

Тестирование по пройденным темам проводится на бумажных бланках или в компьютерном классе. Пример теста приведен ниже.

Пример теста для промежуточной аттестации

Тема тестирования: «Синергетика»

1. Что такое фрактал? (Дать либо строгое математическое, либо альтернативное определение. В альтернативном определении должны упоминаться минимум 2 признака фрактальной структуры)
2. Кто ввел термин "фрактал"?
 - а. Мандельброт
 - б. Хакен
 - в. Серпинский

г. Пригожин

е. Пеано

3. Опишите три методики вычисления фрактальной размерности, назовите их.
4. К какому типу фракталов относится множество Мандельброта:
 - а. Хаотичные фракталы
 - б. Линейные фракталы
 - в. Нелинейные фракталы
5. В каких системах возможна самоорганизация? (Возможен выбор нескольких ответов)
 - а. открытые
 - б. закрытые
 - в. стационарные
 - г. нелинейные
 - д. динамичные
 - е. статичные
6. Сколько измерений может иметь фазовое пространство (Возможен выбор нескольких ответов)
 - а. 1
 - б. 2
 - в. 3
 - г. 4.
7. Пожалуйста, приведите пару свойств странного аттрактора.
8. Ученый метеоролог, который создал первый странный аттрактор как модель динамики детерминированно-хаотичных систем:

- а. Фейгенбаум
- б. Мандельброт
- в. Хакен
- г. Лоренц
- д. Пригожин

9. Эмерджентность это:

- а. не соответствие свойств системы сумме свойств ее элементов
- б. соответствие свойств системы сумме свойств ее элементов
- в. изменение свойств системы одним ее элементом
- г. изменение свойств системы, когда она открыта

10. На каком уровне организации можно наблюдать самоорганизацию живых систем:

- а. субклеточный уровень
- б. клеточный уровень
- в. организменный уровень
- г. популяционный уровень
- д. на всех уровнях организации
- е. самоорганизация не встречается в живых системах