

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ
КАФЕДРА ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 03/3-21

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ СИНЕРГЕТИКИ: КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ, ХАОС И СТРУКТУРЫ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 03.03.01 Прикладные математика и физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
8	2	72	12	12	0	21	0	Э
Итого	2	72	12	12	0	0	21	0

АННОТАЦИЯ

Содержание курса - ознакомление с современным состоянием нелинейной стохастической физики, синергетическими явлениями в окружающем человека мире, методами их математического описания и результатами их исследования. Курс сопровождается решением ряда прикладных задач.

Наблюдаемые в физических, химических, технических, биологических и социальных системах процессы перехода от одного состояния к другому, обусловленные главным образом свойствами самой системы, имеют важнейшее значение для их функционирования и требуют своего изучения и осмысления. Такие процессы самоорганизации и составляют предмет науки, получившей название синергетики. Различным вопросам синергетики в последние годы посвящено много публикаций, в том числе в виде монографий. Они продолжают привлекать внимание исследователей и курс лекций направлен на формирование у студентов знаний и навыков исследования процессов самоорганизации в различных физических системах, обсуждение общности языка и формального аппарата синергетики в применении и к другим (не физическим) системам. Изучение основ синергетики имеет важное принципиальное значение в формировании мировоззрения специалистов. Предлагаемый курс построен следующим образом. Часть посвящена математическому аппарату, широко используемому в синергетике – это теория устойчивости и бифуркаций в системах, описываемых эволюционными уравнениями, приближенное (сокращенное) описание поведения системы с использованием понятия параметров порядка, принципа подчинения, различного рода асимптотических методов. Математический аппарат иллюстрируется на различных физических примерах, имеющих и самостоятельное значение. Приведенные примеры показывают, как изменением некоторого внешнего управляющего параметра можно подвести систему к порогу неустойчивости и каким может быть дальнейшее поведение системы при превышении порога неустойчивости. В последующей части курса обсуждается динамический хаос, волны и структуры в активных средах, случайные процессы, описываемые уравнением Фоккера-Планка.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Математические основания синергетики: колебания и волны, хаос и структуры» является изучение современных и классических методов применения интегральных уравнений для решения задач прикладной и математической физики.

Основными целями освоения дисциплины являются:

- получить представление о современных проблемах нелинейной физики;
- освоить математический и понятийный аппарат синергетики;
- научиться применять полученные знания при решении задач прикладной физики.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного освоения программы данной дисциплины требуется повторение изученных материалов по следующим дисциплинам (в скобках указываются содержательные разделы, полезные для изучения данной дисциплины):

«Математический анализ» (формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано, разложение в ряд Тейлора различных элементарных функций, интегральное исчисление функций одной переменной, понятие определенного и неопределенного интеграла);

«Линейная алгебра» (системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), критерий Кронекера-Капелли совместности СЛАУ, однородные СЛАУ, критерий существования ненулевого решения однородной СЛАУ);

«Обыкновенные дифференциальные уравнения» (ОДУ с разделяющимися переменными, однородные ОДУ, линейные ОДУ первого порядка, уравнения в полных дифференциалах, линейные ОДУ высших порядков, линейные однородные ОДУ, свойства их решений, фундаментальная система решений ЛОДУ, структура общего решения ЛОДУ, ЛОДУ с постоянными коэффициентами, структура общего решения ЛНДУ, метод вариации произвольных постоянных, ЛНДУ с постоянными коэффициентами и специальной правой частью).

«Теория функций комплексного переменного» (аналитические функции, условия Коши-Римана, оператор Лапласа, гармонические функции, связь аналитических функций с гармоническими, лемма Жордана, теория вычетов).

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-2 [1] – Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	3-ОПК-2 [1] – Знать современные информационные технологии и программные средства для решения задач профессиональной деятельности У-ОПК-2 [1] – Уметь выбирать и использовать современные информационные технологии и программные средства для решения задач профессиональной деятельности В-ОПК-2 [1] – Владеть навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Участие в проведении теоретических исследований,	научно-исследовательский Природные и социальные явления и процессы	ПК-4.2 [1] - Способен применять методы математической и	3-ПК-4.2[1] - Знать методы математической и

<p>построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации</p>		<p>теоретической физики, методы математического и компьютерного моделирования процессов в области физики конденсированных сред</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.044</p>	<p>теоретической физики, методы математического и компьютерного моделирования процессов в области физики конденсированных сред;</p> <p>У-ПК-4.2[1] - Уметь применять методы математической и теоретической физики, методы математического и компьютерного моделирования процессов в области физики конденсированных сред;</p> <p>В-ПК-4.2[1] - Владеть методами математической и теоретической физики, методами математического и компьютерного моделирования процессов в области физики конденсированных сред</p>
<p>Проведение фундаментальных и прикладных математических и физических исследований, направленных на решение инженерных, технических и информационных задач</p>	<p>инновационный</p> <p>Природные и социальные явления и процессы</p>	<p>ПК-5 [1] - Способен управлять программами освоения новой продукции и технологии, разрабатывать эффективную стратегию</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011, 40.034</p>	<p>З-ПК-5[1] - Знать основные методы и принципы управления программами освоения новой продукции и технологии, разрабатывать эффективную стратегию в сфере своей профессиональной деятельности. ;</p> <p>У-ПК-5[1] - Уметь находить оптимальные решения при освоения новой продукции и</p>

			технологии, разрабатывать эффективную стратегию. ; В-ПК-5[1] - Владеть навыками нахождения оптимальных решений для освоения новой продукции и технологий, разрабатывать эффективную стратегию
Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий	экспертно-аналитический Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально - экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса	ПК-10 [1] - Способен к аналитической и количественной оценке процессов в природе, технике и обществе и к выбору на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011, 40.044	З-ПК-10[1] - Знать основные методики, цели и задачи построения аналитических и количественных моделей процессов в природе, технике и обществе. ; У-ПК-10[1] - Уметь строить аналитические и количественные модели процессов в природе, технике и обществе и выбирать на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера. ; В-ПК-10[1] - Владеть навыками построения аналитических и количественных моделей процессов в природе, технике и обществе и выбора на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического,

			технико-технологического характера
--	--	--	------------------------------------

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с

		экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
--	--	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
<i>8 Семестр</i>							
1	Первый раздел	1-8	8/8/0	Т-8 (25)	25	Т-8	В- ПК- 4.2, З-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5
2	Второй раздел	9-12	4/4/0	Т-12 (25)	25	ДЗ-12	З- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, З-ПК- 4.2, У- ПК- 4.2, В- ПК- 4.2, З-ПК- 5, У-

						ПК-5, В- ПК-5
	<i>Итого за 8 Семестр</i>	12/12/0		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр			50	Э	3- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3-ПК- 4.2, У- ПК- 4.2, В- ПК- 4.2, 3-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозна чение	Полное наименование
Т	Тестирование
ДЗ	Домашнее задание
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>8 Семестр</i>	12	12	0
1-8	Первый раздел	8	8	0
1	Введение. Основные понятия синергетики. Синергетика как новое мировоззрение. Консервативные и диссипативные системы. Механическое и термодинамическое равновесие. Нелинейность и обратные связи. Энтропия и хаос. Процессы самоорганизации.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн		

	Пространственные и пространственно-временные структуры. Уравнения эволюции. Устойчивость и бифуркации.			
2	Термодинамический анализ нелинейных систем. Открытые системы в условиях механического равновесия. Стационарные неравновесные состояния. Теорема о минимальном производстве энтропии. Невозможность упорядоченного поведения в области линейности необратимых процессов. Общий критерий эволюции для равновесных и неравновесных систем.	Всего аудиторных часов		
		1	1	
		Онлайн		
3	Нелинейные дифференциальные уравнения. Системы нелинейных уравнений с одной и двумя степенями свободы, автономные системы. Анализ фазовых траекторий этих систем. Классификация особых точек: простые особые точки (центр, узел, фокус, седловая точка) и множественные седловые точки. Предельные циклы.	Всего аудиторных часов		
		1	1	
		Онлайн		
4	Основы теории устойчивости и бифуркаций нелинейных дифференциальных уравнений. Устойчивость по Лагранжу, Пуассону и Ляпунову. Линейный анализ устойчивости. Теория катастроф. Бифуркации в простой диссипативной системе. Бифуркация Хопфа и предельные циклы.	Всего аудиторных часов		
		1	1	
		Онлайн		
5 - 7	Исследование конкретных нелинейных процессов Статические неустойчивости - переход системы в новое состояние. Бистабильность. Автоколебания в электрической цепи. Химические осцилляции - реакция Белоусова-Жаботинского. Математический маятник. Модель хищник-жертва. Теория тепловой конвекции. Условие механического равновесия жидкостей и газов в гравитационном поле Земли. Адиабатические температуры и механическое равновесие. Уравнения свободной конвекции. Числа Рэлея и Прандтля. Конвекция Рэлея-Бенара. Модель конвекции Лоренца. Критическое число Рэлея. Ячейки Бенара. Турбулизация конвекции при больших числах Рэлея. Конвекция вещества в верхней мантии Земли. Связь между конвективными процессами в верхней мантии Земли и глобальной тектоникой плит земной коры. Оценка скорости перемещения плит.	Всего аудиторных часов		
		3	3	
		Онлайн		
8	Типичные сценарии перехода к хаосу. Турбулентность Лоренца, хаос Помо-Манневилля, хаос Рюэля-Таккенса-Ньюхауза. Теория точечных отображений. Хаос Фейгенбаума. Универсальность Фейгенбаума. Пространственно-временной хаос.	Всего аудиторных часов		
		1	1	
		Онлайн		
9-12	Второй раздел	4	4	0
9 - 10	Волны и структуры в активных средах. Волны переключения и заселения в простых бистабильных средах. Общие свойства структур в простых бистабильных средах. Бегущие импульсы в возбудимых средах. Периодические воздействия на автоколебательные системы. Синхронизация и хаотизация автоколебаний.	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		

	Автоволны горения. Модель волны переброса. Автоволны в модели Фитц Хью-Нагумо.			
11 - 12	Случайность и необходимость. Модель броуновского движения. Модель случайного блуждания и соответствующее кинетическое уравнение. Уравнение Ланжевена. Уравнение Фоккера-Планка. Некоторые свойства и стационарные решения уравнения Фоккера-Планка. Зависящее от времени решение уравнения Фоккера-Планка.	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>8 Семестр</i>
1	Введение. Основные понятия синергетики. Синергетика как новое мировоззрение. Консервативные и диссипативные системы. Механическое и термодинамическое равновесие. Нелинейность и обратные связи. Энтропия и хаос. Процессы самоорганизации. Пространственные и пространственно-временные структуры. Уравнения эволюции. Устойчивость и бифуркации.
2	Термодинамический анализ нелинейных систем. Открытые системы в условиях механического равновесия. Стационарные неравновесные состояния. Теорема о минимальном производстве энтропии. Невозможность упорядоченного поведения в области линейности необратимых процессов. Общий критерий эволюции для равновесных и неравновесных систем.
3	Нелинейные дифференциальные уравнения. Системы нелинейных уравнений с одной и двумя степенями свободы, автономные системы. Анализ фазовых траекторий этих систем. Классификация особых точек: простые особые точки (центр, узел, фокус, седловая точка) и множественные седловые точки. Предельные циклы.
4	Основы теории устойчивости и бифуркаций

	нелинейных дифференциальных уравнений. Устойчивость по Лагранжу, Пуассону и Ляпунову. Линейный анализ устойчивости. Теория катастроф. Бифуркации в простой диссипативной системе. Бифуркация Хопфа и предельные циклы.
5 - 7	Исследование конкретных нелинейных процессов Статические неустойчивости - переход системы в новое состояние. Бистабильность. Автоколебания в электрической цепи. Химические осцилляции - реакция Белоусова-Жаботинского. Математический маятник. Модель хищник-жертва. Теория тепловой конвекции. Условие механического равновесия жидкостей и газов в гравитационном поле Земли. Адиабатические температуры и механическое равновесие. Уравнения свободной конвекции. Числа Рэлея и Прандтля. Конвекция Рэлея-Бенара. Модель конвекции Лоренца. Критическое число Рэлея. Ячейки Бенара. Турбулизация конвекции при больших числах Рэлея. Конвекция вещества в верхней мантии Земли. Связь между конвективными процессами в верхней мантии Земли и глобальной тектоникой плит земной коры. Оценка скорости перемещения плит.
8	Типичные сценарии перехода к хаосу. Турбулентность Лоренца, хаос Помо-Манневилля, хаос Рюэля-Таккенса-Ньюхауза. Теория точечных отображений. Хаос Фейгенбаума. Универсальность Фейгенбаума. Пространственно-временной хаос.
9 - 10	Волны и структуры в активных средах. Волны переключения и заселения в простых бистабильных средах. Общие свойства структур в простых бистабильных средах. Бегущие импульсы в возбудимых средах. Периодические воздействия на автоколебательные системы. Синхронизация и хаотизация автоколебаний. Автоволны горения. Модель волны переброса. Автоволны в модели Фитц Хью-Нагумо.
11 - 12	Случайность и необходимость. Модель броуновского движения. Модель случайного блуждания и соответствующее кинетическое уравнение. Уравнение Ланжевена. Уравнение Фоккера-Планка. Некоторые свойства и стационарные решения уравнения Фоккера-Планка. Зависящее от времени решение уравнения Фоккера-Планка.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии являются стандартными

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ОПК-2	З-ОПК-2	Э, ДЗ-12
	У-ОПК-2	Э, ДЗ-12
	В-ОПК-2	Э, ДЗ-12
ПК-4.2	З-ПК-4.2	Э, ДЗ-12
	У-ПК-4.2	Э, ДЗ-12
	В-ПК-4.2	Э, Т-8, ДЗ-12, Т-12
ПК-5	З-ПК-5	Э, Т-8, ДЗ-12, Т-12
	У-ПК-5	Э, Т-8, ДЗ-12
	В-ПК-5	Э, Т-8, ДЗ-12, Т-12

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко иочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 –	F	Оценка «неудовлетворительно»

	«неудовлетворительно»		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	------------------------------	--	--

Оценочные средства приведены в Приложении.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 536 М19 Математические основы синергетики : хаос, структуры, вычислительный эксперимент , Москва: Либроком, 2012
2. 53 М19 Нелинейная динамика : подходы, результаты, надежды, Г. Г. Малинецкий, А. Б. Потапов, А. В. Подлазов, Москва: Либроком, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 53 Л79 Введение в синергетику : , А.Ю. Лоскутов, А.С. Михайлов, Москва: Наука, 1990
2. 53 З-36 Введение в нелинейную физику : от маятника до турбулентности и хаоса, Г. М. Заславский, Р. З. Сагдеев, Москва: Наука, 1988
3. 53 М19 Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент : введение в нелинейную динамику, Г.Г. Малинецкий, Москва: Эдиториал УРСС, 2000
4. 531 М19 Современные проблемы нелинейной динамики : , Г.Г. Малинецкий, А.Б. Потапов, М.: УРСС, 2002
5. 53 М19 Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент : введение в нелинейную динамику, Г.Г.Малинецкий, Москва: УРСС, 2002
6. 536 Т77 Введение в синергетику. Хаос и структуры : , Д. И. Трубецков, Москва: Едиториал УРСС, 2010
7. 531 П75 Неравновесная статистическая механика : , И. Пригожин, Москва: Либроком, 2009
8. 536 Р33 Режимы с обострением. Эволюция идеи : , ред. : Г. Г. Малинецкий, Москва: Физматлит, 2006
9. 53 С87 Структуры и хаос в нелинейных средах : , Т. С. Ахромеева [и др.], Москва: Физматлит, 2007

10. 536 X16 Синергетика : Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах, Хакен Г.;Пер.с англ., М.: Мир, 1985

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. Особенности курса:

Целью освоения учебной дисциплины «Математические основания синергетики: колебания и волны, хаос и структуры» является изучение современных и классических методов применения интегральных уравнений для решения задач прикладной и математической физики.

Основными целями освоения дисциплины являются:

- получить представление о современных проблемах нелинейной физики;
- освоить математический и понятийный аппарат синергетики;
- научиться применять полученные знания при решении задач прикладной физики.

2. Структура лекционного курса

Курс разделен на два основных части. Первый раздел связан с введением в предмет, основными понятиями синергетики, математическими основами теории устойчивости и бифуркации нелинейных уравнений, исследованию ряда конкретных нелинейных процессов. Другая часть курса связана с исследованием возникновения хаоса, сценариев возникновения хаоса, нелинейных волновых явлений в активных средах и возникновения упорядоченных структур.

3. Проведение семинарских занятий и выполнение самостоятельных работ

В рамках курса не предусмотрено проведение семинарских занятий. Поэтому занятия разбиваются на две части, в первой из которой излагается теоретический материал, а во второй рассматриваются и решаются примеры и задачи, как правило, прикладного характера. Студенты должны, используя прослушанный на лекциях материал, научиться решать конкретные прикладные задачи, связанные с применением синергетических методов.

4. Организация контроля

Самостоятельные работы выполняются во время занятий в течение семестра. Каждому студенту выдается один из вариантов самостоятельной работы. Сданные самостоятельные работы проверяются преподавателем с выставлением оценок, учитываемых в конце семестра при проставлении итоговой оценки.

Получение положительной оценки по каждой самостоятельной работе является необходимым условием получения итоговой положительной оценки. В случае пропуска или

получения отрицательной оценки самостоятельная работа должна быть переделана и сдана во время зачетной недели в конце семестра.

5. Проведение промежуточной аттестации.

Для допуска к промежуточной аттестации необходимо выполнить с положительными оценками все проведенные в течение семестра самостоятельные работы и домашнее задание. При условии сдачи с положительными оценками всех работ студент отвечает на теоретические вопросы.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Особенности курса:

Целью освоения учебной дисциплины «Математические основания синергетики: колебания и волны, хаос и структуры» является изучение современных и классических методов применения интегральных уравнений для решения задач прикладной и математической физики.

Основными целями освоения дисциплины являются:

- получить представление о современных проблемах нелинейной физики;
- освоить математический и понятийный аппарат синергетики;
- научиться применять полученные знания при решении задач прикладной физики.

2. Структура лекционного курса

Курс разделен на два основных части. Первый раздел связан с введением в предмет, основными понятиями синергетики, математическими основами теории устойчивости и бифуркации нелинейных уравнений, исследованию ряда конкретных нелинейных процессов. Другая часть курса связана с исследованием возникновения хаоса, сценариев возникновения хаоса, нелинейных волновых явлений в активных средах и возникновения упорядоченных структур.

3. Проведение семинарских занятий и выполнение самостоятельных работ

В рамках курса не предусмотрено проведение семинарских занятий. Поэтому занятия разбиваются на две части, в первой из которой излагается теоретический материал, а во второй рассматриваются и решаются примеры и задачи, как правило, прикладного характера. Студенты должны, используя прослушанный на лекциях материал, научиться решать конкретные прикладные задачи, связанные с применением синергетических методов.

4. Организация контроля

Самостоятельные работы выполняются во время занятий в течение семестра. Каждому студенту выдается один из вариантов самостоятельной работы. Сданные самостоятельные работы проверяются преподавателем с выставлением оценок, учитываемых в конце семестра при проставлении итоговой оценки.

Получение положительной оценки по каждой самостоятельной работе является необходимым условием получения итоговой положительной оценки. В случае пропуска или получения отрицательной оценки самостоятельная работа должна быть переделана и сдана во время зачетной недели в конце семестра.

5. Проведение промежуточной аттестации.

Для допуска к промежуточной аттестации необходимо выполнить с положительными оценками все проведенные в течение семестра самостоятельные работы и домашнее задание. При условии сдачи с положительными оценками всех работ студент отвечает на теоретические вопросы.

Автор(ы):

Ионов Андрей Михайлович