

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Фракталы и их приложения в физике и экономике Б2.ДВ.1

Направление подготовки: 011200.62 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Хамзин А.А.

Рецензент(ы):

Прошин Ю.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Прошин Ю. Н.

Протокол заседания кафедры No _____ от "_____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No _____ от "_____" _____ 201__ г

Регистрационный No 619818

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Хамзин А.А. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Ajrat.Hamzin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины 'Фракталы и их приложения в физике и экономике' - познакомить потенциальных слушателей с методами фрактальной геометрии и дробного исчисления, которые широко применяются в физике и экономике для описания самого широкого класса явлений: от

тепло- и массо-переноса, релаксации и распространения волн в неупорядоченных средах - до динамики финансовых рынков. Полученные знания будут полезны также в таких областях как нанотехнологии, биотехнологии, фрактальная обработка сигналов и изображений.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б2.ДВ.1 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Дисциплина входит в перечень дисциплин по выбору и имеет регистрационный номер (Б.2. ДВ1). Для освоения дисциплины необходимы знания следующих базовых дисциплин: математический анализ, дифференциальные уравнения, теория вероятностей, классическая и квантовая механика (на начальном уровне), термодинамика и статистическая физика (основные базовые понятия, которые будут проясняться и объясняться по ходу изложения курса). Освоение дисциплины будет способствовать расширению кругозора, и успешной профессиональной деятельности, Кроме того, полученные знания и навыки позволят глубже понять основы фрактальной физики, получившей бурное развитие, особенно за последние два десятилетия. Фракталы служат математической и геометрической основой описания различных гетерогенных структур, состоящих из большого и конечного числа атомов и молекул (кластеров). Эти структуры могут входить в различные нанотехнологии и поэтому их геометрические и физические параметры, могут быть поняты и оценены с помощью методов, входящих в дисциплину ММФФ. Овладение этими методами позволит в дальнейшем успешно изучать курсы общенаучного и профессионального циклов основной образовательной программы магистратуры.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	Способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области естественных наук
ОК-21 (общекультурные компетенции)	способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОК-3 (общекультурные компетенции)	Способность приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	Способность применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование;
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

как можно описать различные неупорядоченные структуры с помощью методов фрактальной геометрии;

основы интегрального и дифференциального исчисления с нецелыми и комплексно-сопряженными показателями.

2. должен уметь:

решать простейшие дифференциальные уравнения, содержащие нецелые операторы дифференцирования и интегрирования;

составлять простейшие модели, которые могут быть описаны уравнениями такого рода.

3. должен владеть:

навыками расчета и способами описания различных фрактальных структур.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к дальнейшему обучению

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основы фрактальной геометрии.	5	1-2	4	0	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Применение фракталов в простейших моделях.	5	3-4	4	0	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Случайные фракталы.	5	5-8	8	0	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Основы дробного исчисления.	5	9-10	4	0	0	Устный опрос Контрольная работа
5.	Тема 5. Модификация основных уравнений матфизики на основе дробного исчисления	5	11-12	4	0	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Некоторые физические модели, описываемые уравнениями в дробных производных.	5	13-14	4	0	0	Устный опрос
7.	Тема 7. Нерешенные проблемы физики и математики фрактального исчисления.	5	15-18	8	0	0	Устный опрос Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Зачет
	Итого			36	0	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основы фрактальной геометрии.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Основы фрактальной геометрии. Длина береговой линии. Классификация идеальных фракталов. Простейшие фракталы: Пыль Кантора, кривая Кох, ковер Серпинского и др.

Тема 2. Применение фракталов в простейших моделях.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Применение фракталов в простейших моделях. Фрактальная размерность, другие виды размерностей.

Тема 3. Случайные фракталы.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Случайные фракталы. Применение модели случайных фракталов со случайными значениями масштаба для описания пористости и проницаемости горных пород. Модель диэлектрической релаксации пористой среды.

Тема 4. Основы дробного исчисления.**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Основы дробного исчисления. Обобщения оператора интегрирования на дробные показатели. Представление Капуто и Римана-Лиувилля для операторов дифференцирования. Свойства дифференциальных операторов.

Тема 5. Модификация основных уравнений матфизики на основе дробного исчисления**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Модификация основных уравнений матфизики (диффузия, волновое уравнение). Модель дробного осциллятора, и модель сверхмедленной релаксации и их решения в терминах функции Миттаг-Леффлера. Запись общих решений дифференциальных уравнений, содержащих нецелые операторы. Физический и геометрический смысл операции дробного интегрирования.

Тема 6. Некоторые физические модели, описываемые уравнениями в дробных производных.**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Некоторые физические модели, описываемые уравнениями в дробных производных. Механическая и диэлектрическая релаксации, самоподобные цепи, понятие реинда и рекапа.

Тема 7. Нерешенные проблемы физики и математики фрактального исчисления.**лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Расщепление уравнения диффузии (метод Бабенко) Нерешенные проблемы физики и математики фрактального исчисления. Процессы с памятью, уравнения Ньютона с памятью, нелокальные законы сохранения. Фрактальные шумы, распределения Леви, аномальная диффузия и др.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Основы фрактальной геометрии.	5	1-2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Применение фракталов в простейших моделях.	5	3-4	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Случайные фракталы.	5	5-8	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Основы дробного исчисления.	5	9-10	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
5.	Тема 5. Модификация основных уравнений матфизики на основе дробного исчисления	5	11-12	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. Некоторые физические модели, описываемые уравнениями в дробных производных.	5	13-14	подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Нерешенные проблемы физики и математики фрактального исчисления.	5	15-18	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Виды учебной работы: лекции, устные опросы, контрольные работы.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Основы фрактальной геометрии.

устный опрос , примерные вопросы:

Длина береговой линии. Классификация идеальных фракталов. Простейшие фракталы.

Тема 2. Применение фракталов в простейших моделях.

устный опрос , примерные вопросы:

Фрактальная размерность, другие виды размерностей.

Тема 3. Случайные фракталы.

устный опрос , примерные вопросы:

Случайные фракталы. Модель диэлектрической релаксации пористой среды.

Тема 4. Основы дробного исчисления.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Дробное интегрирование по частям. 2. Найти дробный интеграл $\exp(ax) \cdot \sin(bx)$

устный опрос , примерные вопросы:

Представление Капуто и Римана-Лиувилля для операторов дифференцирования. Свойства дифференциальных операторов.

Тема 5. Модификация основных уравнений матфизики на основе дробного исчисления

устный опрос , примерные вопросы:

Запись общих решений дифференциальных уравнений, содержащих нецелые операторы. Физический и геометрический смысл операции дробного интегрирования.

Тема 6. Некоторые физические модели, описываемые уравнениями в дробных производных.

устный опрос , примерные вопросы:

Модель дробного осциллятора и ее решение в терминах функции Миттаг-Леффлера

Тема 7. Нерешенные проблемы физики и математики фрактального исчисления.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Модель сверхмедленной релаксации и ее решение в терминах функции Миттаг-Леффлера.
2. Самоподобные цепи, реинд и рекап.

устный опрос , примерные вопросы:

Расщепление уравнения диффузии (метод Бабенко). Уравнения Ньютона с памятью, нелокальные законы сохранения.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Регламент БРС

Устные опросы - 10 баллов

Контрольная работа ♦1 - 20 баллов

Контрольная работа ♦2 - 20 баллов

Зачет - 50 баллов

Вопросы к зачету:

1. Классификация идеальных фракталов
2. Фрактальная размерность, другие виды размерностей.
3. Случайные фракталы.
4. Модель диэлектрической релаксации пористой среды.
5. Обобщения оператора интегрирования на дробные показатели. Представление Капуто и Римана-Лиувилля для операторов дифференцирования.
6. Модификация основных уравнений матфизики (диффузия, волновое уравнение)
7. Модель дробного осциллятора, и модель сверхмедленной релаксации и их решения в терминах функции Миттаг-Леффлера
8. Физический и геометрический смысл операции дробного интегрирования.
9. Механическая и диэлектрическая релаксации, самоподобные цепи, понятие реинда и рекапа.
10. Расщепление уравнения диффузии (метод Бабенко)
11. Процессы с памятью, уравнения Ньютона с памятью, нелокальные законы сохранения.

7.1. Основная литература:

Фракталы и хаос в динамических системах, Кроновер, Ричард М., 2006г.

Просто фрактал, Деменок, Сергей Леонидович, 2012г.

3. Алифанов Р.Н., Карпачев А.С., Стародубцев П.А. Использование дробного интегро-дифференцирования в уравнениях электродинамики материальных сред - Науковедение, вып. 1, 55TVN114 - 2014 г. Режим доступа - <http://znanium.com/bookread2.php?book=477297Y>

7.2. Дополнительная литература:

Краевые задачи для системы уравнений с частными производными дробного порядка, Мамчуев, Мурат Османович, 2005г.

Модели теоретической физики с интегро-дифференцированием дробного порядка, Тарасов, Василий Евгеньевич, 2011г.

7.3. Интернет-ресурсы:

Библиотека Library Genesis - <http://gen.lib.rus.ec>

Методические материалы кафедры теоретической физики КФУ - <http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-teoreticheskoy-fiziki/metodicheskie-materialy>

Новая электронная библиотека - <http://www.newlibrary.ru>

Образовательный проект А.Н. Варгина - <http://www.ph4s.ru/index.html>

Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ - <http://lib.mexmat.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Фракталы и их приложения в физике и экономике" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Слайд-проектор (необходимый демонстрационный инструмент), аудитории для проведения лекционных занятий

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.62 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Хамзин А.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Прошин Ю.Н. _____

"__" _____ 201__ г.