Приложение 2

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по научной деятельности КФУ
Проф. Д.К. Нургалиев

"13" сентября 2014 г.

Программа дисциплины

Радиофизические методы исследования природных сред Б1.В.ДВ.1

Направление подготовки:	11.06.01 – Электроника, радиотехника и системы связи
Профиль подготовки:	05.12.04 - Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения
Квалификация выпускника:	«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Казань 2014

1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ

Курс «Радиофизические методы исследования природных сред» – базовый курс образовательной программы аспирантуры по профилю подготовки: 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.Его освоение формирует основные профессиональные компетенции аспиранта и позволяет сдать зачет по одноименной дисциплине, а также более основательно подготовиться к сдаче экзамена кандидатского минимума.

Изучение курса позволяет овладеть системой фундаментальных и прикладных знаний в области теории и компьютерного моделирования волновых процессов в различных природных средах, включая атмосферу, гидросферу и плазму, динамики нелинейных волновых структур солитонного и вихревого типов, навыками анализа процессов, проходящих в физических средах с учетом нелинейности и дисперсии, а также процессов, обусловленных наличием диссипации и различных типов неустойчивостей, современными и классическими методами их исследования. Курс формирует способность формулировать и решать научные и прикладные задачи вобласти физики сплошных сред, включая атмосферу, гидросферу и плазму, а также в связанных областях – исследование нелинейных и нестационарных процессов в различных физических средах распространения радиосигналов, включая сигналы информационно-телекоммуникационных систем;спутниковые технологии;процессы в геоинформационныхсистемах;проектированиерадиосистем с учетом процессов в средах распространения,исследование и прогнозирование катастрофических природных явлений, таких как мощные атмосферные вихревые образования (циклоны, торнадо и смерчи, волны цунами);образование и просвещение населения.

В последнее время в науках о Земле, вообще, и в физике таких природных сред, как атмосфера, гидросфера и плазма, в частности,самое пристальное внимание уделяется решению комплексных проблем, лежащих на стыках различных областей знаний. В связи с этим, радиофизические методы исследования природных сред являются уникальным универсальным инструментом обучения различным подходам и методам исследования сложных физических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

Данная учебная дисциплина включена в раздел «Б1.В.ДВДисциплины по выбору» основнойпрофессиональной образовательной программа высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре. Осваивается на 2 году обучения, 4 семестр.

Изучение данной дисциплины базируется на вузовской подготовке аспирантов по направлению подготовки 11.06.01 – Электроника, радиотехника и системы связи. Ее освоение предполагает знаниесодержания курсов по методам математической физики, теории волновых процессов,функционального анализа и математического моделирования физических процессов и систем.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Обучающийся, завершивший изучение дисциплины, должен

знать:

- методы математической физики и численные методы интегрирования для моделей,описывающих волновые процессы в физических средах.

уметь:

- анализировать устойчивость решений дифференциальных уравнений в частных производных,описывающих волновые процессы в физических средах;
- строить фазовые портреты для соответствующих динамических систем, исследовать характер асимптотик решений.

владеть:

-аналитическими и численными методами интегрирования дифференциальных уравнений вчастных производных в приложении к физике волновых процессов в атмосфере, гидросфере,ионосферной и магнитосферной плазме.

демонстрировать способность и готовность:
-выполнять анализ систем, описывающих волновые процессы в физических средах, сиспользованием аналитических и численных подходов.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:УК-1, УК-3, УК-6, ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-2.

Шифр компетенции	**Расшифровка приобретаемой компетенции**
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК-5	способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности
УК-6	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
ОПК-1	владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-3	способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности
ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области радиотехники, в том числе систем и устройств телевидения, и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-2	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях в области радиотехники, в том числе систем и устройств телевидения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: зачет в семестре.

	Раздел дисциплины	**Семестр**	**Лекции**	**Практические занятия**	**Лабораторные работы**	**Самостоятельная работа**
1.	Тема 1. Введение.Волновые процессы в физических средах и соответствующие им математические модели.	4	2	2		8
2.	Тема 2. Основныеуравнения. Классыматематическихмоделей.	4	2	2		8

3.	Тема 3. Методы аналитического исследования нелинейных систем.	4	2	2		8
4.	Тема 4. Методы численного интегрирования нелинейных систем	4	4	4		16
5.	Тема 5. Приложения нелинейной волновой теории. Волны в атмосфере, гидросфере и плазме.	4	4	2		8
6.	Тема 6. Динамика 1-, 2- и 3-мерныхсолитонов в средах со стохастиче-скими флуктуациями волнового поля.	4	2	2		8
7.	Тема 7. Квантоваятеория рассеяния.Метод обратнойзадачи для уравненияКдВ. "Метод одевания"для уравнения КП.	4	2	4		16
8.	Итоговая форма контроля	4	0	0		Зачет
8.	Итого		18	18	0	72

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Волновые процессы в физических средах и соответствующие им математические модели.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Динамические процессы в гидросфере, атмосфере и плазме. Классы исследуемых явлений исистем. Линейные системы. Нелинейные точно интегрируемые системы. Точно неинтегрируемые системы. Свойства реальных сред: диссипация, дисперсия, нелинейность,неустойчивости. Дисперсионные соотношения. Обобщения, связанные с учетом эффектов вреальных комплексных физических средах.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Анализ и классификация рассматриваемых физических систем. Соотношения дисперсии.Вывод уравнений для классических случаев.

Тема 2. Основные уравнения. Классы математических моделей.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Полная система уравнений гидродинамики в обобщенных переменных. Физический смыслфункций и переменных для реальных физических сред. Классы нелинейных GKP и DNLSмоделей. Дисперсионные соотношения. Обобщения, связанные с учетом дисперсионныхэффектов высшего порядка, диссипации и неустойчивостей.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Вывод уравнений из полной системы уравнений гидродинамики для реальных физическихсред. Обобщение уравнений с учетом дисперсионных эффектов высшего порядка, диссипациии неустойчивостей.

Тема 3.Методы аналитического исследования нелинейных систем.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Анализ устойчивости решений на основе метода исследования трансформационных свойствгамильтониана соответствующей системы. Методы качественного и асимптотического анализарешений и классификация решений в фазовом пространстве и по характеру асимптотик.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Анализ устойчивости решений для уравнений КдВ и КП. Первые интегралы движения.Качественный анализ динамических систем, связанных с уравнениями КдВ и КП. Фазовая-плоскость и фазовое пространство. Исследование асимптотик.

Тема 4. Методы численного интегрирования нелинейных систем.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Методы численного интегрирования нелинейных неодномерных систем. Явные и неявныеразностные схемы численного интегрирования. Метод стабилизирующего множителяПетвиашвили и динамический спектральный метод. Численные 2D и 3D решения уравненийкласса GKP. Численные подходы к исследованию уравнений класса 3-DNLS, решения – альфвеновскиесолитоны.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Явные и неявные схемы 2 и 4 порядков для уравнений КдВ, КП и DNLS. Исследованиеаппроксимации и устойчивости. Решение уравнения КП методом стабилизирующегомножителя и динамическим спектральным методом.

Тема 5. Приложения нелинейной волновой теории. Волны в атмосфере, гидросфере и плазме.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Динамика уединенных волн и солитонов на поверхности "мелкой" жидкости: гравитационные игравитационно-капиллярные волны, волны цунами. Уединенные волновые возмущения ватмосфере и ионосфере, генерируемые импульсными источниками (сейсмические процессы,фронты солнечного затмения и солнечного терминатора, мощные искусственные взрывы).Динамика ионно-звуковых и магнитозвуковых (БМЗ) волн в плазме (ионосфера имагнитосфера Земли, астрофизика, включая релятивистский предел). Эволюция в средах спеременной дисперсией (волны в жидкости и плазме).

практическое занятие (2 часа(ов)):

Численное исследование структуры и эволюции уединенных волн и солитонов на поверхности"мелкой" жидкости. Исследование генерации и эволюции волновых возмущений на высотахF-слоя ионосферы - теоретический анализ и численное моделирование. Исследованиераспространения звуковых волн в плазме - теория и численное моделирование. Численное ианалитическое исследование эволюции солитонов в средах с переменной дисперсией.

Тема 6. Динамика 1-, 2- и 3-мерных солитонов в средах со стохастическими флуктуациями волнового поля.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Динамика солитонов уравнений КдВ- и КП-классов в средах со стохастическимифлуктуациями волнового поля.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Аналитические подходы к исследованию влияния стохастических флуктуаций волнового поляна динамику и структуру 1- и 2-мерных солитонов. Численный эксперимент.

Тема 7. Квантовая теория рассеяния. Метод обратной задачи для уравнения КдВ. "Метод одевания" для уравнения КП.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Метод обратной задачи рассеяния (ОЗР) для уравнения КдВ и "метод одевания" дляуравнения КП.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Реализации методов ОЗР и "одевания". Имеющиеся ограничения применения.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы аспирантов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение.Волновые процессы в физических средах и соответствующие им	4	1	Подготовка к устному опросу	8	Устный опрос

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы аспирантов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	математические модели.					
2.	Тема 2. Основныеуравнения. Классыматематическихмоделей.		2	Подготовка к презентации	8	Презентация
3.	Тема 3. Методы аналитического исследования нелинейных систем.		3	Подготовка к устному опросу	8	Устный опрос
4.	Тема 4. Методы численного интегрирования нелинейных систем		4, 5	Подготовка к презентации	16	Презентация
5.	Тема 5. Приложения нелинейной волновой теории. Волны в атмосфере, гидросфере и плазме.		6	Подготовка к устному опросу	8	Устный опрос
6.	Тема 6. Динамика 1-, 2- и 3-мерныхсолитонов в средах со стохастическими флуктуациями волнового поля.		7	Подготовка к презентации	8	Презентация
7.	Тема 7. Квантоваятеория рассеяния.Метод обратнойзадачи для уравненияКдВ. "Метод одевания"для уравнения КП.		8, 9	Подготовка к презентации	16	Презентация
	Итого				72	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Используются такие интерактивные формы обучения, как чтение лекций с использованиеммультимедиа оборудования,практические занятия, на которых аспиранты выступают с презентациями по теме данного практического занятия (у каждого аспиранта индивидуальная тема для презентации), самостоятельная работа аспиранта (подготовка презентаций для практических занятий, подготовка к устному опросу), консультации.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Вопросы к практическим занятиям

Тема 1. Введение. Волновые процессы в физических средах и соответствующие иммматематические модели.

устный опрос, примерные вопросы:

Динамические процессы в гидросфере, атмосфере и плазме. Классы исследуемых явлений исистем. Линейные системы. Нелинейные точно интегрируемые системы. Точно неинтегрируемые системы. Свойства реальных сред: диссипация, дисперсия, нелинейность,неустойчивости. Дисперсионные соотношения. Обобщения, связанные с учетом эффектов вреальных комплексных физических средах.

Тема 2. Основные уравнения. Классы математических моделей.

презентация, примерные вопросы:

Вывод из полной системы основных уравнений гидродинамики уравнений классов КдВ и КП

Тема 3. Методы аналитического исследования нелинейных систем.

устный опрос, примерные вопросы:

Метод анализа устойчивости решений по Ляпунову на основе исследованиятрансформационных свойств гамильтониана соответствующей системы. Методы качественногои асимптотического анализа решений и классификация решений в фазовом пространстве и похарактеру асимптотик.

Тема 4. Методы численного интегрирования нелинейных систем.

презентация, примерные вопросы:

Явные и неявные разностные схемы высокого порядка точности для уравнений классов КдВ иКП

Тема 5. Приложения нелинейной волновой теории. Волны в атмосфере, гидросфере иплазме.

устный опрос, примерные вопросы:

Динамика уединенных волн и солитонов на поверхности "мелкой" жидкости: гравитационные игравитационно-капиллярные волны, волны цунами. Уединенные волновые возмущения ватмосфере и ионосфере, генерируемые импульсными источниками (сейсмические процессы,фронты солнечного затмения и солнечного терминатора, мощные искусственные взрывы).Динамика ионно-звуковых и магнитозвуковых (БМЗ) волн в плазме (ионосфера имагнитосфера Земли, астрофизика, включая релятивистский предел). Эволюция в средах спеременной дисперсией (волны в жидкости и плазме).

Тема 6. Динамика 1-, 2- и 3-мерных солитонов в средах со стохастическимифлуктуациями волнового поля.

презентация, примерные вопросы:

Результаты численных экспериментов по моделированию распространения солитонов приналичии в среде стохастических флуктуаций волнового поля

Тема 7. Квантоваятеория рассеяния. Метод обратной задачи для уравнения КдВ. "Метододевания" для уравнения КП.

презентация, примерные вопросы:

Изложение основ квантовой теории рассеяния и метода аналитического интегрированияуравнений КдВ и КП

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

7.1. Регламент дисциплины

Чтение лекций и проведение занятий проводится ведущими исследователями-специалистами университета в областианалитических и численных методов исследования природных сред таких, как атмосфера, гидросфера и плазма.

На практических занятиях приобретаются дополнительные навыки, отражающие современное состояние дел в выбранной области исследований, через призму самостоятельного изучения и подготовки презентационного материала и дискуссий по конкретным разделам дисциплины, относящимся к современным областям исследований в области методов изучения волновых процессов в реальных физических средах. При этом используются современные представления, технические возможности и современные программные презентационные пакеты (PowerPoint, Acrobat, OpenOfice). Приобретаются навыки и приемы подготовки докладов и выступлений на конференциях, семинарах и защитах.

В ходе семестра проводятся устные опросы, подготовка презентационных материалов отнесено к самостоятельной работе (в рамках выполнения домашних заданий).

Для лучшего освоения лекционного материала по курсу "Радиофизические методы исследования природных сред" аспиранты готовят презентации по рассматриваемым темам 2, 4, 6, 7 и докладывают их на практических занятиях. Понимание аспирантами излагаемого материала проверяется путем общей дискуссии по теме презентации.

7.2. Оценочные средства текущего контроля

При промежуточном контроле знания оцениваются путем устных опросов по соответствующим темам (1, 3, 5), уровню и качеству подготовки презентаций и устному выступлению с нею, участию в дискуссиях во время практических занятий.

Вопросы к устному опросу

Динамические процессы в гидросфере, атмосфере и плазме. Классы исследуемых явлений исистем. Линейные системы. Нелинейные точно интегрируемые системы. Точно неинтегрируемые системы. Диссипация, дисперсия, нелинейность и неустойчивости в реальных физических средах. Соотношения дисперсии.Обобщения, связанные с учетом эффектов вреальных комплексных физических средах.

Метод исследования трансформационных свойствгамильтониана ианализ устойчивости решений соответствующей системы (на примере уравнений КдВ и КП). Первые интегралы движения.Фазоваяплоскость и фазовое пространство. Методы качественного и асимптотического анализарешений и классификация решений в фазовом пространстве и по характеру асимптотик (на примере уравнений КдВ и КП).

Динамика уединенных волн и солитонов на поверхности "мелкой" жидкости: гравитационные игравитационно-капиллярные волны, волны цунами. Уединенные волновые возмущения ватмосфере и ионосфере, генерируемые импульсными источниками (сейсмические процессы,фронты солнечного затмения и солнечного терминатора, мощные искусственные взрывы).Динамика ионно-звуковых и магнитозвуковых (БМЗ) волн в плазме (ионосфера имагнитосфера Земли, астрофизика, включая релятивистский предел). Эволюция в средах спеременной дисперсией (волны в жидкости и плазме). Методы аналитического и численного исследования.

7.3. Вопросы к зачету

1. Динамические процессы в гидросфере, атмосфере и плазме. Классы исследуемых явленийи систем.
2. Линейные системы. Нелинейные точно интегрируемые системы.
3. Точно не интегрируемые системы. Свойства реальных сред: диссипация, дисперсия,нелинейность, неустойчивости.
4. Дисперсионные соотношения. Обобщения, связанные с учетом эффектов в реальных-комплексных физических средах.
5. Полная система уравнений гидродинамики в обобщенных переменных. Физический смыслфункций и переменных для реальных физических сред.
6. Полная система уравнений гидродинамики в обобщенных переменных. Вывод уравненийКдВ и КП. Законы сохранения для уравнений КдВ и КП. Приложения к реальным физическимсредам.
7. Классы нелинейных GKP и DNLS моделей. Дисперсионные соотношения. Обобщения,связанные с учетом дисперсионных эффектов высшего порядка, диссипации инее устойчивостей.
8. Аналитические методы интегрирования уравнений КП-класса. Метод обратной задачирассеяния для уравнения КдВ.
9. Аналитические методы интегрирования уравнений КП-класса. "Метод одевания" дляуравнения КП.
10. Методы аналитического исследования нелинейных систем GKP- и DNLS-типов. Анализустойчивости решений на основе метода исследования трансформационных свойствгамильтониана соответствующей системы.

11. Методы аналитического исследования нелинейных систем GKP- и DNLS-типов.Качественный и асимптотический анализ решений и классификация решений в фазовомпространстве и по характеру асимптотик.

12. Динамика солитонов уравнений КдВ и КП в средах со стохастическими флуктуациямиволнового поля.

13. Методы численного интегрирования нелинейных систем GKP- и DNLS-типов. Явные инеявные разностные схемы численного интегрирования.

14. Методы численного интегрирования нелинейных систем GKP- и DNLS-типов. Методстабилизирующего множителя Петвиашвили и динамический спектральный метод.

15. Численные 2D и 3D решения уравнений класса GKP.

16. Численные подходы к исследованию уравнений класса 3-DNLS, решения – альфвеновскиесолитоны.

17. Приложения нелинейной волновой теории. Динамика уединенных волн и солитонов наповерхности "мелкой" жидкости: гравитационные и гравитационно-капиллярные волны, волныцунами.

18. Приложения нелинейной волновой теории. Уединенные волновые возмущения ватмосфере и ионосфере, генерируемые импульсными источниками (сейсмические процессы,фронты солнечного затмения и солнечного терминатора, мощные искусственные взрывы).

19. Приложения нелинейной волновой теории. Динамика ионно-звуковых и магнитозвуковых(БМЗ) волн в плазме (ионосфера и магнитосфера Земли, астрофизика, включаярелятивистский предел).

20. Приложения нелинейной волновой теории. Эволюция в средах с переменной дисперсией(волны в жидкости и плазме).

7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

Индекс компетенции	**Расшифровка компетенции**	**Показатель формирования компетенции для данной дисциплины**	**Оценочное средство**
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Должен знать: понятие математической модели; принципы математического моделирования; основные аналитические и численные методы. Должен уметь: анализировать устойчивость решений дифференциальных уравнений в частных производ- ных,описывающих волновые процессы в физических средах; строить фазовые портреты для соответствующих динамических систем, исследовать характер асимптотик решений.	Динамические процессы в гидросфере, атмосфере и плазме. Классы исследуемых явлений и систем. Линейные системы. Нелинейные точно интегрируемые системы. Точно не интегрируемые системы. Свойства реальных сред: диссипация, дисперсия,нелинейность, неустойчивости. Дисперсионные соотношения. Обобщения, связанные с учетом эффектов в реальныхкомплексных физических средах. Полная система уравнений гидродинамики в обобщенных переменных.
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и	Должен демонстрировать способность и готовность выполнять анализ систем, описывающих волновые процессы в фи-	Классы нелинейных GKP и DNLS моделей. Дисперсионные соотношения. Обобщения,связанные с учетом дисперсионных

	научно-образовательных задач	зических средах, использованием аналитических и численных подходов.	эффектов высшего порядка, диссипации инеустойчивостей. Аналитические методы интегрирования уравнений КП-класса. Методы аналитического исследования нелинейных систем GKP- и DNLS-типов.
УК-5	способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности	демонстрировать способность и готовность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности	Ответы на вопросы практических заданий, поиск инфомрации.
УК-6	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	Должен знать: понятие математической модели; принципы математического моделирования; основные аналитические и численные методы. Должен уметь: анализировать устойчивость решений дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих волновые процессы в физических средах.	Анализ устойчивости решений на основе метода исследования трансформационных свойств гамильтониана соответствующих систем GKP- и DNLS-типов. Качественный и асимптотический анализ решений и классификация решений в фазовом пространстве и по характеру асимптотик. Приложения нелинейной волновой теории.
ОПК-1	владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	Должен знать: понятие математической модели; принципы математического моделирования; основные аналитические и численные методы. Должен уметь: анализировать устойчивость решений дифференциальных уравнений в частных производ-ных,описывающих волновые процессы в физических средах; строить фазовые портреты для соответствующих динамических систем, исследовать характер асимптотик решений. Должен владеть аналитическими и численными методами интегрирования дифференциальных уравнений вчастных производных в приложении к физике волновых процессов в атмосфере,	Аналитические методы интегрирования уравнений КП-класса. Методы аналитического исследования нелинейных систем GKP- и DNLS-типов.Методы численного интегрирования нелинейных систем GKP- и DNLS-типов. Явные инеявные разностные схемы численного интегрирования. Методстабилизирующего множителя Петвиашвили и динамический спектральный метод. Численные 2D и 3D решения уравнений класса GKP. Численные подходы к исследованию уравнений класса 3-DNLS, решения – альфвеновскиесолитоны.

		гидросфере,ионосферной и магнитосферной плазме.	
ОПК-3	способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	Должен знать:основы теории нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных; методы математической физики и численные методы интегрирования для моделей,описывающих волновые процессы в физических средах. Должен владеть: аналитическими и численными методами интегрирования дифференциальных уравнений вчастных производных в приложении к физике волновых процессов в атмосфере, гидросфере,ионосферной и магнитосферной плазме	Анализустойчивости решений на основе метода исследования трансформационных свойствга-мильтониана соответствующих систем GKP- и DNLS-типов. Качественный и асимптотический анализ решений и классификация решений в фазовомпространстве и по характеру асимптотик. Приложения нелинейной волновой теории. Методы численного интегрирования нелинейных систем GKP- и DNLS-типов. Явные инеявные разностные схемы численного интегрирования. Методы численного интегрирования нелинейных систем GKP- и DNLS-типов. Методстабилизирующего множителя Петвиашвили и динамический спектральный метод.
ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области радиотехники, в том числе систем и устройств телевидения, и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	Должен знать: основы теории нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных; методы математической физики; численные методы интегрирования для моделей,описывающих волновые процессы в физических средах; современное состояние исследований в данной предметной области. Должен уметь: применять теоретические знания в области анализа и численного моделирования к исследованию конкретных нелинейных систем в реальных физических средах (ионосфера, магнитосфера, атмосфера и гидросфера).	Приложения нелинейной волновой теории. Динамика уединенных волн и солитонов наповерхности "мелкой" жидкости: гравитационные и гравитационно-капиллярные волны, волныцунами. Уединенные волновые возмущения ватмосфере и ионосфере, генерируемые импульсными источниками (сейсмические процессы,фронты солнечного затмения и солнечного терминатора, мощные искусственные взрывы). Динамика ионно-звуковых и магнитозвуковых(БМЗ) волн в плазме (ионосфера и магнитосфера Земли, астрофизика, включаярелятивистский предел). Эволюция в средах с переменной дисперси-

			ей(волны в жидкости и плазме).
ПК-2	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях в области радиотехники, в том числе систем и устройств телевидения	Должен знать: методы математической физики и численные методы интегрирования для моделей,описывающих волновые процессы в физических средах, их достоинства и недостатки. Должен уметь: применять известные методы анализа к изучению устойчивости решений дифференциальных уравнений в частных производ-ных,описывающих волновые процессы в физических средах; строить фазовые портреты для соответствующих динамических систем, исследовать характер асимптотик решений.	Методы аналитического исследования нелинейных систем GKP- и DNLS-типов. Анализустойчивости решений на основе метода исследования трансформационных свойствгамильтониана соответствующей системы. Качественный и асимптотический анализ решений и классификация решений в фазовомпространстве и по характеру асимптотик. Численные подходы к исследованию уравнений класса 3-DNLS.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для лучшего освоения лекционного материала по курсу "Радиофизические методы исследования природных сред" аспиранты готовят презентации по каждой из рассматриваемых тем и докладывают их на практических занятиях. Понимание аспирантами излагаемого материала проверяется путем общей дискуссии по теме презентации.

Относительно самостоятельной работы аспирантов – можно выделить несколько ее видов при изучении данной дисциплины.

Разбор и усвоение лекционного материала. После каждой лекции аспиранту следует внимательно прочитать и разобрать конспект лекции, при этом:

– понять и запомнить все новые определения.

– понять все математические выкладки и лежащие в их основе физические положения и допущения; воспроизвести все выкладки самостоятельно, не глядя в конспект.

– выполнить или доделать выкладки, которые лектор предписал сделать самостоятельно (если таковые имеются).

– если лектор предписал разобрать часть материла более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать.

– при возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Можно также обратиться за помощью к лектору. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы. К письму можно прикрепить какие-либо электронные материалы, связанные с возникшими вопросами, например, отсканированные или сфотографированные листочки с рукописными комментариями, пометками, выкладками и т.п.

Самостоятельное изучение части материла. Если часть учебного материала отведена на самостоятельное изучение, то необходимо приступить к этому незамедлительно после указания преподавателя и освоить материл в отведенные им сроки. Материал следует изучить по доступным письменным и электронным источникам, о которых сообщит преподаватель.

Подготовка к устным опросам. Устные опросы проводятся с целью проверить, как на данном этапе обучения усвоен лекционный материал и/или материал, отведённый на самостоятельное изучение. Рекомендации по изучению соответствующих материалов приведены выше. При подготовке следует иметь в виду, что во время устного опроса в ответах на вопросы нужно:

– уметь сформулировать определения изученных величин, понятий и т.д.;
– уметь сформулировать изученные положения, записать уравнения и дисперсионные соотношения и т.д.;
– по каждой теме или подтеме уметь коротко раскрыть суть того, что в ней излагается;
– уметь сформулировать, на чем основаны выводы и доказательства изученных утверждений и формул, указать сделанные при этом приближения и принятые допущения.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Основная литература

1. Плохотников, К. Э. Метод и искусство математического моделирования [Электронный ресурс]: курс лекций / К. Э. Плохотников. – М. : ФЛИНТА, 2012. – 519 с. - ISBN 978-5-9765-1541-3 - http://znanium.com/bookread.php?book=456334

2. Электродинамика: Учебное пособие / И.Ф. Будагян, В.Ф. Дубровин, А.С. Сигов. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 304 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Магистратура). (переплет) ISBN 978-5-98281-329-9. http://znanium.com/bookread.php?book=391337

3. Барашков, В. А. Методы математической физики [Электронный ресурс] : учеб.пособие / В. А. Барашков. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 152 с. - ISBN 978-5-7638-2497-1. http://znanium.com/bookread.php?book=492290.

9.2. Дополнительнаялитература

1. BelashovV.Yu., Vladimirov S.V. Solitary Waves in Dispersive Complex Media. Theory, Simulation, Applications. Springer-Verlag GmbH & Co. KG Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo, 2005, 303 p. http://radiosys.ksu.ru/?p=631.

2. Белашова Е.С., Белашов В.Ю. Солитоны как математические и физические объекты. Казань: КГЭУ, 2006. 205 с. http://radiosys.ksu.ru/?p=641.

9.3. Интернет-ресурсы:

Кафедра радиофизики КФУ - http://radiosys.ksu.ru/
Электронная библиотека КФУ - http://libweb.ksu.ru/ebooks/
Электронно-библиотечная система ZNANIUM - http://znanium.com

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины "Радиофизические методы исследования природных сред" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью до 30 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 IntelCore 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 оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Для лучшего освоения лекционного материала по курсу "Радиофизические методы исследования природных сред" аспиранты готовят презентации по каждой из рассматриваемых тем и докладывают их на практических занятиях. Понимание аспирантами излагаемого материала проверяется путем общей дискуссии по теме презентации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО 11.06.01 «Электроника, радиотехника и система связи» и с учетомрекомендаций по направлению подготовки.

Автор(ы):профессор, д.ф.-м.н.(профессор) Белашов В.Ю.
Рецензент(ы): заведующий кафедрой, д.ф.-м.н. (доцент) Овчинников М.Н.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института физикипротокол №7«11» сентября 2014г.