

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры
теоретической физики
протокол №4 от «12» января 2022г.
Зав. кафедрой Ванис /Вахитов Р.М.

Согласовано:
Председатель УМК физико - технического
института
Аб / (Балапанов М.Х.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина НЕЛИНЕЙНЫЕ ВОЛНЫ

Б1.В.ДВ.01.02 обязательная

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)
03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки

Цифровые технологии в физике функциональных материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения
Очная

Разработчик (составитель)
профессор, д.ф.-м.н., профессор

Ванис / Вахитов Р.М.

Для приема: 2022г.
Уфа 2022г.

Составитель / составители: д.ф.-м.н., профессор Вахитов Р.М

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики
протокол от «12» января 2022 г. №5

Заведующий кафедрой  Вахитов Р.М.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
	ПК-1. Способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств	ИД-1ПК-1. Знает математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств;	Знать основные точно интегрируемые модели, описывающие эволюцию нелинейных волн
		ИД-2ПК-1. Умеет самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств;	Производить расчеты по нахождению мультисолитонных решений методом Хироты
		ИД-3ПК-1. Владеет способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств.	Владеть методикой нахождения мультисолитонных решений с помощью прямых методов.

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нелинейные волны» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

Цели изучения дисциплины: представляет собой отрасль знаний в физике, сформировавшейся в отдельное направление в науке в конце 70-х годов прошлого столетия. Для её освоения студенту необходимо следующие «входные» знания из соответствующих разделов теоретической механики (Теория колебаний, «Функции Лагранжа и Гамильтона»), теории упругости, квантовой механики, математической физики, линейной алгебры, теории дифференциальных операторов и т.д.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции:

Планируемые результаты обучения (Индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
	2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

ИД-1ПК-1. Знает математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств;	не знает основные точно интегрируемые модели, описывающие эволюцию нелинейных волн, основные методы анализа нелинейных эволюционных уравнений	знает в целом основные точно интегрируемые модели, описывающие эволюцию нелинейных волн, основные методы анализа нелинейных эволюционных уравнений и, но допускает грубые ошибки	знает основные точно интегрируемые модели, описывающие эволюцию нелинейных волн, основные методы анализа нелинейных эволюционных уравнений, но допускает незначительные ошибки	знает основные точно интегрируемые модели, описывающие эволюцию нелинейных волн, основные методы анализа нелинейных эволюционных уравнений
ИД-2ПК-1. Умеет самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств;	не умеет производить расчеты по нахождению мультисолитонных решений методом Хироты, пользоваться техникой Лэмба для анализа нелинейных эволюционных уравнений с помощью преобразований Бэклунда	умеет производить расчеты по нахождению мультисолитонных решений методом Хироты, пользоваться техникой Лэмба для анализа нелинейных эволюционных уравнений с помощью преобразований Бэклунда	умеет производить расчеты по нахождению мультисолитонных решений методом Хироты, пользоваться техникой Лэмба для анализа нелинейных эволюционных уравнений с помощью преобразований Бэклунда, но допускает незначительные ошибки	умеет производить расчеты по нахождению мультисолитонных решений методом Хироты, пользоваться техникой Лэмба для анализа нелинейных эволюционных уравнений с помощью преобразований Бэклунда
ИД-3ПК-1. Владеет способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств.	не владеет навыками и приемами использования наработанного математического аппарата (метод операторных пар Лакса, АКНЗС и др.) анализа нелинейных эволюционных уравнений на предмет их интегрируемости с помощью метода обратной задачи рассеяния	владеет навыками и приемами использования наработанного математического аппарата (метод операторных пар Лакса, АКНЗС и др.) анализа нелинейных эволюционных уравнений на предмет их интегрируемости с помощью метода обратной задачи рассеяния допускает грубые ошибки.	владеет навыками и приемами использования наработанного математического аппарата (метод операторных пар Лакса, АКНЗС и др.) анализа нелинейных эволюционных уравнений на предмет их интегрируемости с помощью метода обратной задачи рассеяния, но допускает незначительные ошибки	владеет навыками и приемами использования наработанного математического аппарата (метод операторных пар Лакса, АКНЗС и др.) анализа нелинейных эволюционных уравнений на предмет их интегрируемости с помощью метода обратной задачи рассеяния

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Контролируемые действия по проверке знаний, умений и владений (Оценочные средства)
ИД-1ПК-1. Знает математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств;	Знать основные понятия, представления модели уровни описания, а также классификацию фазовых переходов	Домашняя работа, решение задач
ИД-2ПК-1. Умеет самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические	Находить диаграмму устойчивых состояний различных фаз и выявлять характер критических точек и линии фазовых переходов	Домашняя работа, решение задач

модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств;		
ИД-ЗПК-1. Владеет способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств.	Владеть методикой построения диаграммы устойчивых состояний магнитных фаз для некоторых простейших термодинамических систем (газ, Ван-дер-Ваальса, изотропный магнетик и т. д.)	Домашняя работа, решение задач

Примерная тематика рефератов

1. Эволюция ограниченного возмущения с профилем типа «гауссиана» в среде, описываемой уравнением Бюргерса (аналитическое и численное исследование с последующей графической иллюстрацией).
2. Сценарий взаимодействия двух солитонов в среде, описываемой уравнением а) Кортевега-де-Фриза, б) Буссинеска, в) модифицированным уравнением Кортевега-де-Фриза (теория процесса и его графическая иллюстрация).
3. Нахождение методом Хироты многосолитонных решений уравнения 1) Буссинеска, б) \sin -Гордона, в) нелинейного уравнения Шредингера, г) модифицированных уравнений Кортевега-де-Фриза высших порядков, д) уравнения, описывающего цепочку Тоды.
4. Стационарные решения двойного уравнения \sin -Гордона (полный анализ и графическая иллюстрация соответствующих решений).
5. Получение многосолитонных решений а) модифицированного уравнения Кортевега-де-Фриза, б) уравнения Буссинеска с помощью преобразования Бэклунда.
6. Нахождение полиномиальных сохраняющихся плотностей (первых шести) исходя из преобразования Бэклунда для уравнения \sin -Гордона.
7. Нахождение полиномиальных сохраняющихся плотностей для уравнения Кортевега-де-Фриза, используя преобразование Миуры.

Критерии оценки:

«**Отлично**» ставится, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

«**Хорошо**» ставится, если основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

«**Удовлетворительно**» ставится, если имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

«**Неудовлетворительно**» ставится, если тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Вопросы к зачету:

1. Распространение простой волны. Эффект нелинейности.
2. Линейные волны: основные понятия и характеристики, классификация волн.
3. Диссипативные и диспергирующие волны.
4. Качественные методы исследования нелинейных динамических систем. Фазовое пространство, фазовые траектории и особые точки.
5. Диссипативные солитоны. Уравнение Бюргерса.
6. Диспергирующие волны. Уравнение Кортевега-де-Фриза.
7. Метод обратной задачи рассеяния. Свойство одномерного уравнения Шредингера. Полиномиальные законы сохранения. Преобразование Миуры. Эволюция данных рассеяния. Уравнение Гельфанда-Левитана-Марченко. Одно – двух – и многосолитонные решения. Особенности взаимодействия солитонов.
8. Уравнение \sin -Гордона. Физические ситуации, описываемые уравнением \sin -Гордона. Стационарные решения. Двухканальные уравнения Шредингера.
9. Преобразование и автопреобразование Бэклунда. Теорема перестановочности. Диаграмма и пирамида Лэм-

- ба: построение многосолитонных решений на примере уравнения \sin -Гордона.
10. Нелинейное уравнение Шредингера. Стационарные решения. Многоамплитудные двухпараметрические солитоны бигонного типа уравнения \sin -Гордона. Анзац Лэмба. Резонанс Захарова-Бени.
 11. Прямой метод нахождения многосолитонных решений (Метод Хироты). Билинейные уравнения. Дифференциальные операторы Хироты. Нахождение многосолитонных решений на примере уравнения Кортвега-де-Фриза.
 12. Солитоны в магнетизме. Модель непрерывной спиновой цепочки Гейзенберга. Топологические солитоны. Кинки и Бризеры. Взаимодействие спиновых волн с доменной границей. Распространение слаболинейных волн вектора намагниченности в ферро – и антиферромагнетиках.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Карлов Н.В., Кириченко Н.А. Колебания, волны, структуры. М.: Физматлит, 2001, 496с.
2. Полянин А.Д., Зайцев В.Ф., Журов А.И. Методы решения нелинейных уравнений математической физики и механики: учеб. пособие для вузов. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.- 256 с.
3. Скотт Э. Нелинейная наука: рождение и развитие когерентных структур. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 560 с.

Дополнительная литература:

1. Додд Р., Эйлбек Дж., Гиббон Дж., Моррис Х. Солитоны и нелинейные волновые уравнения. М.: Мир, 1988.- 694с.
2. Бхатнагар П. Нелинейные волны в одномерных дисперсных системах. М.: Мир, 1983.- 136с.
3. Солитоны. Под редакцией Буллафа Р., Кодри Ф. М.: Мир, 1983.- 408с.
4. Вахитов Р.М. Прямые методы нахождения частотных решений нелинейных эволюционных уравнений. Уфа: РИЦ БашГУ, 2011.- 42 с.
5. Косевич А.М., Ковалев А.С. Введение в нелинейную физическую механику. Киев: Наукова думка, 1989.- 304с.
6. Инфельд Э., Роуланс Дж. Нелинейные волны, солитоны и хаос. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 480с.
7. Рыскин Н.М., Трубецков Д.И. Нелинейные волны. М.: Наука. Физматлит, 2000. -272 с.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. <http://www.nature.ru>
2. <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>
3. <http://fim.samara.ws/section>
4. <http://www.elmagn.chamers.se/~igor/>
5. <http://www.n-t.org/nl/>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 224	Лекции	Доска, мел.

учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитории № 224 (физмат корпус)	Практические занятия	Доска, мел, сборники задач, калькулятор
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (монитор) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Нелинейные волны» 1 семестр

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	55,2
лекций	18
практических/ семинарских	36
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	61,8
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма (ы) контроля:

Экзамен 1 семестр

I семестр Лекционный курс

№№ п. п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)	Кол-во часов	Основная и дополнительная литература (с указанием номеров глав и параграфов), рекомендуемая студентам	Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач с указанием литературы, номеров задач	Кол-во часов	Формы контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	История открытия солитона. Основные понятия и характеристики волны. Общий метод решения уравнений, описывающих линейные волны. Дисперсионное соотношение. Классификация волн. Диссипативные и диспергирующие среды. Эволюция простой волны. Эффект нелинейности: укручение и опрокидывание волны.	ЛК	2	2. 7.1; 3. 7.1-7.4; 7. 1.1-1.7; 10. 1.1;	1. Решить задачу о наложении двух близких по частоте и длине волны гармонических волн одинаковой амплитуды. 7. 1.4 2. Получить общее решение уравнения теплопроводности. 5.1.5, 7.1.7.	5	Собеседование
2	Качественные методы исследования нелинейных динамических систем. Фазовое пространство. Фазовые траектории. Фазовый портрет. Особые точки.	ЛК	1	1. гл. IV, 4.1-4.3; 2. 1.3, 1.4 (а,б) 6. 1.1, 1.2; 11. гл. I, §1, §2	1. Изучить качественными методами движение ангармонического осциллятора Дюффинга. 6. 1.3 2. Построить фазовый портрет для простейших динамических систем.	5	Собеседование
3	Диссипативные солитоны. Уравнение Бюргерса. Стационарные решения. Ударные волны. Преобразование Хопфа-Коула. Общее решение уравнения Бюргерса. Интегралы движения.	ЛК	1	1. 13.1, - 13.4; 2. 7.2; 3. 1.3, 5.1-5.7, 8.1; 5. 1.7, 1.8; 7. 2.3-2.5; 11. гл.8 §1, §2	Исследовать (численно и аналитически) расплывание ограниченного в пространстве возмущения в среде, описываемой уравнением Бюргерса. 5. 1.7, 1.8	5	Прием и проверка рефератов, выступление на семинаре.
4	Диспергирующие волны. Уравнение Кортевега-де Фриза. Стационарные решения. Кноидальные волны. Уединенная волна (динамический солитон).	ЛК	1	1. 13.3, 13.4; 2. 7.2; 3. 8.1;	1. Повторить основные свойства эллиптических функций. 2. ; 15. гл.16 2. Получить все стационарные	5	Собеседование

					нарные решения уравнения КдФ. 7. 2.4, 2.5		
5	Метод интегрирования нелинейных эволюционных уравнений с помощью метода обратной задачи рассеяния (на примере уравнения Кортевега- де Фриза). « $\hat{L} - \hat{A}$ » пара Лакса. Свойства одномерного уравнения Шредингера. Данные рассеяния. Уравнение Рикатти (преобразование Миуры). Полиномиальные законы сохранения. Эволюция параметров рассеяния. Уравнение Гельфанда-Левитана-Марченко и соотношение между его решением и потенциалом. Обратная задача рассеяния. Одно-, двух- и многосолитонные решения. Особенности взаимодействия солитонов. Законы сохранения и интегрируемость задачи. Гамильтонов формализм, переменные «действие-угол» в терминах данных рассеяния.	ЛК	3	1. 13.5, П.2; 2. 7.2 (г)-7.2 (е). 7.3, 7.4, 7.6(a), 7.6(б); 3. 10.1-10.5; 5. 2.1, 2.3-2.5, 3.2, 3.3; 6. гл. 9. 1-4; 7. 3.1-3.7; 8. 6.1-6.9, 7.1-7.10, 11.1; 10. 1.1-1.4, 1.6;	1.Повторить свойства гипергеометрической функции. 15. гл.15 2.Написать программу и получить трехмерный график, описывающий взаимодействие двух солитонов в рамках уравнения КдФ. 3.Изучить вклад непрерывной части спектра в решение уравнения КдФ. 4.Получить асимптотику двухсолитонного решения уравнения КдФ.	5	Прием и проверка рефератов. Выступление на семинарских занятиях Собеседование.
6	Уравнение sin-Гордона. Физические задачи, в которых возникает уравнение sin-Гордона. Стационарные решения. Метод обратной задачи рассеяния. Обобщенная u, v - пара для уравнения sin-Гордона. Двухканальное уравнение Шредингера. Эволюция параметров рассеяния.	ЛК	2	1. П. 2.4; 2. 7.5(б); 3. 8.5; 5. 1.5. 1.10; 6. гл. 4.1, гл.6.4	1.Вывести двухканальное уравнение Шредингера из уравнения sin-Гордона. 5. 1.5 2.Получить все решения двойного и тройного sin-Гордона для стационарного случая.	5	Прием и проверка рефератов. Выступление на семинарских занятиях.
7	Преобразование Бэклунда. Автопреобразование Бэклунда (на примере уравнения sin-Гордона). Соотношение перестановочности. Диаграмма и пирамида Лэмба. Одно и двухсолитонные решения. Взаимодействие кинка с антикинком. Построение N-солитонных решений. Автопреобразование Бэклунда для других нелинейных эволюционных уравнений. МОЗР, как преобразование Бэклунда.	ЛК	2	3. 10.7; 5. 1.5, 3.1; 6. гл. 8.3; 8. 1.3, 4.5; 10. 4.3.1	1.Получить посредством автопреобразований Бэклунда для уравнений КдФ и Буссинеска теорему перестановочности, а также одно- и двухсолитонные решения .16. § 2. 2.Найти полиномиальные законы сохранения уравнения sin-Гордона с помощью преобразова-	5	Прием и проверка рефератов. Выступление на семинарских занятиях.

					ния Бэклунда. 16. § 2, зад. 2.		
8	Нелинейное уравнение Шредингера и его физические приложения. Стационарные решения. Двухпараметрические солитоны бигонного типа. Малоамплитудные двухпараметрические солитоны уравнения \sin -Гордона. Анзац Лэмба. Эволюция данных рассеяния и применение МОЗР Захарова-Шабата к нелинейному уравнению Шредингера. Резонанс Захарова-Бенни.	ЛК	2	2. 7.5(в), 7.6(в); 3. 11.3, 11.5; 5. 1.6, 8.2; 6. гл. 4.3, гл. 5.5, гл. 6.2, гл.7.2, гл.9.5	1. Построить трехмерный график двухсолитонного решения нелинейного уравнения Шредингера. 2. Получить с помощью анзаца Лэмба точные решения уравнения \sin -Гордона бигонного типа.	5	Прием и проверка рефератов. Выступление на семинарских занятиях.
9	Метод Хироты для нахождения солитонных решений (на примере уравнения КдФ). Основная идея метода. Замена полевых переменных и приведение уравнения к билинейной форме. Аппроксимация Паде. Формальная теория возмущений. Дифференциальные операторы Хироты и их свойства. Методика нахождения многосолитонных решений.	ЛК	2	3. 10.6; 6. гл. 8.4; 8. 5.1-5.5, 3.2 10. 3.3	1. Получить методом Хироты одно- и двухсолитонные решения уравнений \sin -Гордона, мКдФ, Буссинеска, Шредингера. 16. § 1, зад. 2,4. 2. Графически описать лобовое столкновение кинка с антикинком.	5	Прием и проверка рефератов. Выступление на семинарских занятиях.
10	Магнетизм и солитоны. Изотропный ферромагнетик Гейзенберга. Вихреподобные решения. Модель непрерывной спиновой цепочки Гейзенберга. Топологические солитоны. Кинки и бризеры. Распространение слабонелинейных волн вектора намагниченности в ферро- и антиферромагнетиках. Резонанс Захарова-Бени.	ЛК	2	5. 7.7; 12.	1. Получить возможные типы нелинейных магнитоупругих волн произвольной амплитуды для некоторых видов плоскостных ферромагнетиков. 2. Аналитически описать взаимодействие спиновых волн с доменной границей.	5	Прием и проверка рефератов. Выступление на семинарских занятиях.
	ИТОГО: лекций		18			50	

Практический курс

№№ п. п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)	Кол-во часов	Основная и дополнительная литература (с указанием номеров глав и параграфов), рекомендуемая студентам	Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач с указанием литературы, номеров задач	Кол-во часов	Формы контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Методы решения дифференциальных уравнений (уравнения теплопроводности, волновое уравнение).	ПР	4	1. 1.7. 2. 1.5;		5	Собеседование
2.	Стационарные решения уравнения Кортевега – де Фриза, \sin -Гордона и двойной \sin -Гордона.	ПР	6	2. 2.3, 2.4		5	Собеседование
3.	Двухсолитное решение уравнения Кортевега – де Фриза (метод обратной задачи рассеяния)	ПР	6	2. 3.6	презентация	3	собеседование
4.	Нахождение одно- и двухсолитонных Кортевега – де Фриза и \sin -Гордона с помощью преобразования Бэклунда. Теорема перестановочности.	ПР	6	3. 1.3, 4.5 4. §2	Решить задачи из [4] §2	3	Проверка решения задач
5.	Прямые методы нахождения многосолитонных решений нелинейных эволюционных уравнений (Цепочка Годы, нелинейное уравнение Шредингера, модифицированные уравнения Кортевега – де Фриза более высокого порядка).	ПР	6	3. 3.2, 5.1 -5.5 4. §1	Решить задачи из [4] §1, 1-5	3	Проверка решения задач
Итого практических занятий			28			19	