

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра физики неравновесных процессов**



**Рабочая программа дисциплины
ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ НЕЛИНЕЙНЫХ ВОЛНОВЫХ ЯВЛЕНИЙ**

направление подготовки: **03.04.02 Физика**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	72	32			18	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачётных единицы, из них: - контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1										

Руководитель программы
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	5
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	6
5. Перечень учебной литературы.	8
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	9
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	9
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	9
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	10

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина «Введение в физику нелинейных волновых явлений» имеет целью достижение понимания студентами концептуального единства физических методов и подходов к проблеме волновых процессов при всем имеющемся их разнообразии в конкретных разделах теплофизики и механики сплошной среды; усвоение понятий, связанных с математическими моделями распространения волн в газовой динамике и многофазных средах, рассмотрение физических явлений к которым приводят волновые процессы, развитие базовых навыков в области волновых процессов в сплошных средах.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-1 Способен использовать специализированные знания в области физики при решении поставленных задач в научно-исследовательской деятельности в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p> <p>ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать методы и способы постановки и решения задач физики нелинейных волновых процессов в газовой динамике и многофазной среде, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований, возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований; базовые разделы физики нелинейных волновых процессов в газовой динамике и многофазной среде: основные понятия, модели, законы и теории; теоретические и методологические основы физики нелинейных волновых процессов и способы их использования при решении научно-инновационных задач.</p> <p>Уметь самостоятельно ставить и решать конкретные физические самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области физики нелинейных волновых процессов с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий; решать типовые учебные задачи по основным разделам физики нелинейных волновых процессов в газовой динамике и многофазной среде; применять полученную теоретическую базу для решения научно-инновационных задач, грамотно работать с научной литературой с</p>

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
		<p>использованием новых информационных технологий; применять полученные теоретические знания для самостоятельного освоения специальных разделов физики нелинейных волновых процессов, необходимых в профессиональной деятельности; определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов физики нелинейных волновых процессов для решения научно-инновационных задач; применять знания физики нелинейных волновых процессов для анализа и обработки результатов физических экспериментов; проводить анализ научной и технической информации в области физики нелинейных волновых процессов и смежных дисциплин.</p> <p>Владеть навыками постановки и решения задач научных исследований в области физики нелинейных волновых процессов с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований; навыками самостоятельной работы с учебной литературой по базовым разделам физики нелинейных волновых процессов; основной терминологией и понятийным аппаратом базовых разделов физики нелинейных волновых процессов; навыками решения базовых задач по физике нелинейных волновых процессов; основными методами научных исследований; навыками использования теоретических основ базовых разделов физики нелинейных волновых процессов при решении научно-инновационных задач; знаниями на уровне, позволяющем проводить эффективный анализ научной и технической информации в области физики нелинейных волновых процессов и смежных дисциплин.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина реализуется в 2-м семестре 1-го курса для магистрантов, обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика. Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой физики неравновесных процессов. Для его восприятия требуется предварительная подготовка студентов по таким физическим дисциплинам как электродинамика, а также по математике (основы математического анализа и дифференциальные уравнения). Он должен предшествовать выполнению квалификационной работы студента по данной специализации, так как дает ему необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения научных исследований в рамках подготовки его квалификационной работы.

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	72	32			18	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них:										
- контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, консультации, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателями с помощью заданий, экзаменов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: опрос по материалам лекций
- промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

- занятия лекционного типа – 32 часа;
 - самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 18 часов;
 - промежуточная аттестация (подготовка к сдаче экзамена, консультации и экзамен) – 22 часа.
- Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, групповые консультации, экзамен) составляет 36 часов.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Дисциплина представляет собой полугодовой курс, читаемый на 1-м курсе магистратуры физического факультета НГУ во 2-м семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Всего	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоем- кость (в часах)			Промежуточная аттестация (в часах)
				Аудиторные часы		Сам. работа в тече- ние семестра (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Два основных класса волновых движений. Гиперболические волны. Диспергирующие волны.	1	3	2		1	
2	Волны и нелинейные уравнения первого порядка. Кинематические волны. Непрерывные решения и метод характеристик.	2	3	2		1	
3	Условия опрокидывания. Законы сохранения и слабые решения. Построение разрывов, условия на разрывах. Ударные волны. Структура ударной волны. Слабые ударные волны.	3	3	2		1	
4	Более общие квазилинейные уравнения. Уравнение Бюргерса. Преобразование Коула-Хопфа. Анализ решений. Стационарно бегущие решения. Структура ударной волны.	4	3	2		1	
5	Гиперболические системы. Определение гиперболической системы уравнений. Переменные Римана. Примеры классификации систем.	5	3	2		1	
6	Уравнения газовой динамики. Звуковые волны. Инварианты Римана. Простые волны. Задача Коши.	6	3	2		1	
7	Ударные волны. Адиабата Ранкина-Гюгонио. Условия на разрыве. Скачок энтропии в слабой ударной волне.	7	3	2		1	
8	Линейные диспергирующие волны. Дисперсионные свойства среды. Слабая и сильная дисперсия. Общее решение в виде интеграла Фурье.	8	3	2		1	
9	Асимптотическое поведение решения. Груп-	9	3	2		1	

	повая скорость. Интегральное уравнение Уи-зема.						
10	Волны на воде. Общая постановка задачи для волн на поверхности жидкости. Линейные волны на свободной поверхности слоя жидкости постоянной глубины.	10	3	2		1	
11	Нелинейные волны. Уравнения мелкой воды; длинные волны. Аналогия с газовой динамикой. Модель структуры боры. Уравнения Буссинеска. Вывод уравнения Кортевега-де Вриза.	11	4	2		2	
12	Интегралы сохранения. Преобразование Гарднера-Миуры. Фазовый портрет стационарно бегущих решений.	12	3	2		1	
13	Слабонелинейные решения. Использование метода медленных и быстрых переменных для получения слабонелинейных решений. Кноидальные волны. Солитоны.	13	4	2		2	
14	Многосолитонные решения. Метод Обратной Задачи Теории Рассеяния (ОЗТР). L-A пара Лакса. Примеры уравнений, интегрируемых с помощью метода ОЗТР. Уравнение Син-Гордона. Нелинейное уравнение Шредингера. Солитоны огибающих.	14	3	2		1	
15	Уравнение Кортевега -де Вриза-Бюргерса. Примеры сред, описываемых уравнением КдВБ. Структура фронта ударной волны. Условия для существования, монотонного и осциллирующего фронтов.	15	3	2		1	
16	Преобразование Беклунда. Идеология преобразований Беклунда. Примеры преобразований Беклунда (для уравнений КдВ и Син-Гордона).	16	3	2		1	
17	Консультация		2				2
	Самостоятельная подготовка обучающегося к экзамену		18				18
18	Экзамен		2				2
Итого			72	32		18	22

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

Волны и нелинейные уравнения первого порядка. (10 часов)

Два основных класса волновых движений. Гиперболические волны. Диспергирующие волны. Волны и нелинейные уравнения первого порядка. Кинематические волны. Непрерывные решения и метод характеристик. Условия опрокидывания. Законы сохранения и слабые решения. Построение разрывов, условия на разрывах. Ударные волны. Структура ударной волны.

Слабые ударные волны. Более общие квазилинейные уравнения. Уравнение Бюргерса. Преобразование Коула-Хопфа. Анализ решений. Стационарно бегущие решения. Структура

ударной волны. Гиперболические системы. Определение гиперболической системы уравнений. Переменные Римана. Примеры классификации систем.

Волны в газовой динамике. (4 часа)

Уравнения газовой динамики. Звуковые волны. Инварианты Римана. Простые волны. Задача Коши. Ударные волны. Адиабата Ранкина-Гюгонио. Условия на разрыве. Скачок энтропии в слабой ударной волне.

Диспергирующие волны. Волны на поверхности жидкости. (8 часов)

Линейные диспергирующие волны. Дисперсионные свойства среды. Слабая и сильная дисперсия. Общее решение в виде интеграла Фурье. Асимптотическое поведение решения. Групповая скорость. Интегральное уравнение Уизема.

Волны на воде. Общая постановка задачи для волн на поверхности жидкости. Линейные волны на свободной поверхности слоя жидкости постоянной глубины. Нелинейные волны. Уравнения мелкой воды; длинные волны. Аналогия с газовой динамикой. Модель структуры боры. Уравнения Буссинеска. Вывод уравнения Кортевега-де Вриза.

Свойства уравнений Кортевега-де Вриза и Кортевега-де Вриза-Бюргерса и их решений. (10 часов)

Интегралы сохранения. Преобразование Гарднера-Миуры. Фазовый портрет стационарно бегущих решений. Слабонелинейные решения. Использование метода медленных и быстрых переменных для получения слабонелинейных решений. Кноидальные волны. Солитоны. Много-солитонные решения. Метод Обратной Задачи Теории Рассеяния (ОЗТР). L-A пара Лакса. Примеры уравнений, интегрируемых с помощью метода ОЗТР. Уравнение Син-Гордона. Нелинейное уравнение Шредингера. Солитоны огибающих.

Уравнение Кортевега-де Вриза-Бюргерса. Примеры сред, описываемых уравнением КдВБ. Структура фронта ударной волны. Условия для существования, монотонного и осциллирующего фронтов. Преобразование Беклунда. Идеология преобразований Беклунда. Примеры преобразований Беклунда (для уравнений КдВ и Син-Гордона).

Самостоятельная работа студентов (36 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	18
Подготовка к экзамену	18

5. Перечень учебной литературы.

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Гидродинамика. — Издание 6-е. — М.: Физматлит, 2015. — 728 с. — (Теоретическая физика, т. VI)., Т.6: Гидродинамика Изд. 5-е, стер 2006731 с. : ил. ISBN 5-9221-0121-8 (2 экз.)
2. С.А. Габов. Введение в теорию нелинейных волн / М., Изд. МГУ, 1988., ISBN 5211000900 (2 экз)
3. С.В. Алексеенко, В.Е. Накоряков, Б.Г. Покусаев. Волновое течение пленок жидкости / Новосибирск, "Наука", 1992., ISBN 5020299332 (10 экз)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

1. Дж. Уизем. Линейные и нелинейные волны / М., "Мир", 1977.
2. С.А. Габов. Введение в теорию нелинейных волн / М., Изд. МГУ, 1988.
3. Р. Додд, Дж. Эйлбек, Дж. Гиббон, Х. Моррис, Солитоны и нелинейные волновые уравнения. М., "Мир", 1988.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

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

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем опроса в начале каждой лекции по материалам предыдущих лекций

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области кристаллографии и рентгеноструктурного анализа в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию по билетам в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации. Критерии и шкалы оценивания индикаторов достижения результатов обучения отражены в Таблице 10.2.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Знать методы и способы постановки и решения задач физики нелинейных волновых процессов в газовой динамике и многофазной среде, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований, возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований; базовые разделы физики нелинейных волновых процессов в газовой динамике и многофазной среде: основные понятия, модели, законы и теории; теоретические и методологические основы физики нелинейных волновых процессов и способы их использования при решении научно-инновационных	Опрос в начале каждой лекции, экзамен.

<p>ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>задач.</p> <p>Уметь самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области физики нелинейных волновых процессов с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий; решать типовые учебные задачи по основным разделам физики нелинейных волновых процессов в газовой динамике и многофазной среде; применять полученную теоретическую базу для решения научно-инновационных задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий; применять полученные теоретические знания для самостоятельного освоения специальных разделов физики нелинейных волновых процессов, необходимых в профессиональной деятельности; определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов физики нелинейных волновых процессов для решения научно-инновационных задач; применять знания физики нелинейных волновых процессов для анализа и обработки результатов физических экспериментов; проводить анализ научной и технической информации в области физики нелинейных волновых процессов и смежных дисциплин.</p> <p>Владеть навыками постановки и решения задач научных исследований в области физики нелинейных волновых процессов с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований; навыками самостоятельной работы с учебной литературой по базовым разделам физики нелинейных волновых процессов; основной терминологией и понятийным аппаратом базовых разделов физики нелинейных волновых процессов; навыками решения базовых задач по физике нелинейных волновых процессов; основными методами научных исследований; навыками использования теоретических основ базовых разделов физики нелинейных волновых процессов при решении научно-инновационных задач; знаниями на уровне, позволяющем проводить эффективный анализ научной и технической информации в области физики нелинейных волновых процессов и смежных дисциплин.</p>	<p>Опрос в начале каждой лекции, экзамен.</p>
---	--	---

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Введение в физику нелинейных волновых явлений».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.2	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры билетов к экзамену

Билет 1

1. Два основных класса волновых движений. Гиперболические волны. Диспергирующие волны. Волны и нелинейные уравнения первого порядка.
2. Кинематические волны. Непрерывные решения и метод характеристик.

Билет 2

1. Условия опрокидывания. Законы сохранения и слабые решения. Построение разрывов, условия на разрывах.

2. Ударные волны. Структура ударной волны. Слабые ударные волны

Билет 3

1. Уравнение Бюргера. Преобразование Коула-Хопфа. Анализ решений. Стационарно бегущие решения. Структура ударной волны.
2. Гиперболические системы. Определение гиперболической системы уравнений. Переменные Римана.

Билет 4

1. Уравнения газовой динамики. Звуковые волны. Инварианты Римана. Простые волны. Задача Коши.
2. Ударные волны. Адиабата Ранкина-Гюгонио. Условия на разрыве. Скачок энтропии в слабой ударной волне.

Билет 5

1. Линейные диспергирующие волны. Дисперсионные свойства среды. Слабая и сильная дисперсия. Общее решение в виде интеграла Фурье. Асимптотическое поведение решения.
2. Групповая скорость. Интегральное уравнение Уизема.

Билет 6

1. Волны на воде. Общая постановка задачи для волн на поверхности жидкости.
2. Линейные волны на свободной поверхности слоя жидкости постоянной глубины.

Билет 7

1. Нелинейные волны. Уравнения мелкой воды; длинные волны. Аналогия с газовой динамикой. Модель структуры боры.
2. Уравнения Буссинеска. Вывод уравнения Кортевега- де Вриза.

Билет 8

1. Интегралы сохранения. Преобразование Гарднера-Миуры.
2. Фазовый портрет стационарно бегущих решений.

Билет 9

1. Слабонелинейные решения. Использование метода медленных и быстрых переменных для получения слабонелинейных решений.
2. Кноидальные волны. Солитоны.

Билет 10

1. Многосолитонные решения. Метод Обратной Задачи Теории Рассеяния (ОЗТР).
2. L-A пара Лакса. Примеры уравнений, интегрируемых с помощью метода ОЗТР.

Билет 11

1. Уравнение Син-Гордона. Нелинейное уравнение Шредингера. Солитоны огибающих.
2. Уравнение Кортевега-де Вриза-Бюргерса. Примеры сред, описываемых уравнением КдВБ. Структура фронта ударной волны. Условия для существования монотонного и осциллирующего фронтов.

Билет 12

1. Преобразование Беклунда. Идеология преобразований Беклунда.

Форма экзаменационного билета представлена на рисунке

<p><i>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</i></p> <p><i>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования</i></p> <p><i>«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»</i> <i>(Новосибирский государственный университет, НГУ)</i></p> <p><i>Физический факультет</i></p>
<p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № _____</p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>Составитель _____ /Ф.И.О. преподавателя/ (подпись)</p> <p>« » 20 г.</p>

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Введение в физику нелинейных волновых явлений»
по направлению подготовки 03.04.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного