

**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 сплошных сред**



УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФФ, д.ф.-м.н.  
В.Е.Блинов  
2022 г.

**Рабочая программа дисциплины  
УДАРНЫЕ ВОЛНЫ В КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ**

направление подготовки: **03.03.02 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
6	72	32			18	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1										

Ответственный за образовательную программу д.ф.-м.н., проф.

Цыбуля С. В.

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

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

Дисциплина «Ударные волны в конденсированных средах» имеет своей целью формирование у студентов представления о физике процессов происходящих при интенсивном ударном воздействии на конденсированные среды: о механике распространения ударных волн в конденсированных средах для широкого диапазона интенсивностей, от умеренных до рекордных; о моделях поведения вещества при ударных воздействиях большой интенсивности; о ряде эффектов возникающих при динамическом воздействии: разрушение, кумулятивные течения, фазовые переходы. Основной целью освоения дисциплины является формирование базовых понятий и моделей для описания динамических процессов в конденсированных средах. В рамках данной дисциплины обучающийся знакомится с часто используемой в механике сплошных сред моделью течения – одномерная ударная волна. Рассматриваются соотношения на скачке и традиционные для физики ударных волн приближения, методы генерации ударных волн, характерные параметры явлений и методы проведения измерений в динамическом эксперименте. Приводится описание эмпирических, полуэмпирических и первопринципных термодинамических моделей состояния вещества за ударной волной высокой интенсивности, необходимых для освоения основ физических курсов, читаемых на кафедре физики сплошных сред

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1</b> Способность использовать специализированные знания в области физики при построении теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	<p><b>ПК 1.1</b> Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p> <p><b>ПК 1.2</b> Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области.</p> <p><b>ПК 1.3</b> Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p><b>Знать</b> основные понятия и модели для описания динамических процессов в конденсированных средах, термодинамическое описание процессов при высоких давлениях и температурах.</p> <p><b>Уметь</b> применять модель одномерной ударной волны для вычисления или оценки параметров при интенсивном воздействии на конденсированные среды, пользоваться полуэмпирическими методами описания уравнения состояния и ударной адиабаты вещества.</p> <p><b>Владеть</b> асимптотическими методами для построения уравнений состояния для слабых и сильных ударных волн, информацией о диапазонах достигаемых параметров и экспериментальных методах исследования ударно-волновых течений.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Ударные волны в конденсированных средах» реализуется в весеннем семестре 3-го курса для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физиче-

ка. Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой физики сплошных сред. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 академических часа.

Для успешного освоения курса «Ударные волны в конденсированных средах» студенты должны обладать предварительными знаниями основ гидродинамики и физики сплошных сред, а также математической статистики. В свою очередь, учебный курс «Ударные волны в конденсированных средах» предоставляет студентам теоретические знания и практические навыки, необходимые для изучения курса «Физические явления при ударном сжатии».

### 3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем

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
6	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, самостоятельная работа студента, консультации, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: контрольные вопросы на знание материала предыдущей лекции, самостоятельное выполнение месячных заданий.

Промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

- занятия лекционного типа – 32 часа;
- самостоятельная работа 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, практические занятия, 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 «Ударные волны в конденсированных средах» представляет собой полугодовой курс, читаемый на 3-ем курсе физического факультета НГУ в осеннем семестре. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	
				Лекции	Практиче- ские занятия		
1.	Уравнения, описывающие условия на скачке в конденсированной среде.	1	2	2			
2.	Сжатие холодного вещества. Графическое представление ударной адиабаты.	2	2	2			
3.	Выход ударной волны умеренной интенсивности на свободную поверхность. Взрыв заряда ВВ на поверхности образца.	3	2	2			
4.	Методы создания высоких динамических давлений, регистрируемые при этом параметры.	4	2	2			
5.	Представление ударной адиабаты в виде $U = a + b u$ . Максимум давления в ударной волне, проходящей через поверхность раздела между двумя средами.	5	4	2		2	
6.	Затухание плоской ударной волны. Методы измерения скорости звука за фронтом ударной волны.	6	4	2		2	
7.	Откольное разрушение при импульсном нагружении.	7	4	2		2	
8.	Приближенное уравнение состояния для области слабых ударных волн. Явление кумуляции при распространении ударной волны по неоднородной среде.	8	4	2		2	
9.	Термодинамическое описание процессов при высоких давлениях и температурах. Уравнение Ми-Грюнайзена. Примеры вычисления параметров вещества после ударного сжатия.	9	4	2		2	
10.	Пример построения приближенного уравнения состояния конденсированного вещества. О полуэмпирическом уравнении состояния металлов в широкой области фазовой диаграммы. Теплоперенос.	10	4	2		2	

11.	Ударное сжатие пористого вещества.	11	4	2		2	
12.	Расщепление ударных волн в конденсированном веществе.	12-13	6	4		2	
13.	Выход очень сильной ударной волны на свободную поверхность.	14-15	6	4		2	
14.	Оценка возможности полного испарения вещества при разгрузке.	16	2	2			
15.	Групповая консультация		2				2
16.	Самостоятельная подготовка обучающегося к экзамену		18				18
17.	Экзамен		2				2
<b>Всего</b>			<b>72</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>22</b>

### Программа и основное содержание лекций (32 часа)

- 1 Уравнения, описывающие условия на скачке в конденсированной среде. **(2 часа)**
- 2 Сжатие холодного вещества. Графическое представление ударной адиабаты. **(2 часа)**
- 3 Выход ударной волны умеренной интенсивности на свободную поверхность. Взрыв заряда ВВ на поверхности образца. **(2 часа)**
- 4 Методы создания высоких динамических давлений, регистрируемые при этом параметры. **(2 часа)**
- 5 Представление ударной адиабаты в виде  $U = a + b u$ . Максимум давления в ударной волне, проходящей через поверхность раздела между двумя средами. **(2 часа)**
- 6 Затухание плоской ударной волны. Методы измерения скорости звука за фронтом ударной волны. **(2 часа)**
- 7 Откольное разрушение при импульсном нагружении. **(2 часа)**
- 8 Приближенное уравнение состояния для области слабых ударных волн. Явление кумуляции при распространении ударной волны по неоднородной среде. **(2 часа)**
- 9 Термодинамическое описание процессов при высоких давлениях и температурах. Уравнение Ми-Грюнайзена. Примеры вычисления параметров вещества после ударного сжатия. **(2 часа)**
- 10 Пример построения приближенного уравнения состояния конденсированного вещества. О полуэмпирическом уравнении состояния металлов в широкой области фазовой диаграммы. Теплоперенос. **(2 часа)**
- 11 Ударное сжатие пористого вещества. **(2 часа)**
- 12 Расщепление ударных волн в конденсированном веществе. **(4 часа)**
- 13 Выход очень сильной ударной волны на свободную поверхность. **(4 часа)**
- 14 Оценка возможности полного испарения вещества при разгрузке. **(2 часа)**

### Самостоятельная работа студентов (36 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельное решение заданий	18
Подготовка к экзамену	18

## **5. Перечень учебной литературы.**

### **5.1. Основная литература**

1. Мержиевский Л.А. Ударные волны в конденсированных средах. Учебное пособие. Новосибирск, НГУ, 1982.

### **5.2. Дополнительная литература**

1. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических процессов. Изд-е 2-ое, гл. XI, 1966.
2. Альтшулер Л.В. Применение ударных волн в физике высоких давлений. Успехи физических наук, т.85, в.2, 1965.

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

## **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.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины.

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*

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра: опрос в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции и проверка заданий для самостоятельного решения.

#### *Промежуточная аттестация*

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. По итогам завершения курса проводится экзамен 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.

### Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
<b>ПК 1.1</b> Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.	<b>Знать</b> основные понятия и модели для описания динамических процессов в конденсированных средах, термодинамическое описание процессов при высоких давлениях и температурах.	Проверка заданий, экзамен.
<b>ПК 1.2</b> Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области	<b>Уметь</b> применять модель одномерной ударной волны для вычисления или оценки параметров при интенсивном воздействии на конденсированные среды, пользоваться полуэмпирическими методами описания уравнения состояния и ударной адиабаты вещества.	Проверка заданий, экзамен.
<b>ПК 1.3</b> Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	<b>Владеть</b> асимптотическими методами для построения уравнений состояния для слабых и сильных ударных волн, информацией о диапазонах достигаемых параметров и экспериментальных методах исследования ударно-волновых течений.	Проверка заданий, экзамен.



## 10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Ударные волны в конденсированных средах».

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 1.3	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 Задания для самостоятельного решения

### Задание 1

(сдать с 23 по 30 марта или раньше)

- В смеси идеальных газов А и В может протекать необратимая химическая реакция  $A + B \rightarrow C + D + Q$ , где  $Q = 40$  ккал. Теплоемкости всех газов постоянны,  $\gamma = 1,4$ . Средняя молекулярная масса смеси 25 г, начальное состояние  $p_0 = 100$  кПа,  $T_0 = 300$  К. Вычислить следующие параметры: а) давление  $P$  и температуру  $T$  после взрыва в постоянном объеме  $V = V_0$ ; б)  $T$  и относительное расширение  $V/V_0$  после сгорания при постоянном давлении  $P = P_0$ ; в)  $P, V, T$  и  $D/C_0$  в точках детонации и дефлаграции; г) предельное расширение  $V_{\max}/V_0$  при сильной дефлаграции. Для всех искомых величин найти аналитические выражения дать численные оценки.

- В фиксированном теплоизолированном объеме  $V_0 = 1$  л содержатся газовая смесь  $2H_2 + O_2$  и 3 г воды при  $p_0 = 1$  атм и  $T_0 = 293$  К. Найти температуру и давление пара после взрыва (воспользоваться термодинамическими таблицами).
- Сравнить максимальную работу расширения продуктов химической реакции в 3-х случаях: а) сгорание при постоянном давлении  $p = p_0$ ; б) мгновенный взрыв при  $V = V_0$ , затем адиабатическое расширение до начального давления  $p_0$ ; в) распространение волны детонации по начальному состоянию, затем адиабатическое расширение из состояния Чепмена-Жуге до давления  $p_0$ .
- Ударом абсолютно жесткой пластины со скоростью  $U$  инициируется детонация на торце заряда конденсированного ВВ ( $n = 3$ ,  $\rho_0 = 1,5$  г/см<sup>3</sup>,  $D = 7$  км/с). Найти течение между фронтом детонации и пластиной при  $U = 0,5, 2$  и  $4$  км/с.

## Задание 2

(сдать с 10 по 17 мая или раньше)

- Найти давление нормального отражения детонационной волны от жесткой стенки. Скорость детонации смеси  $D$ , начальная плотность  $\rho_0$ , уравнение состояния  $p = A(s)\rho^n$ ,  $n = const$ .
- Построить ударную и детонационную адиабату, а также прямую Михельсона в координатах  $(P, u)$ .
- Найти все варианты течения после нормального падения детонационной волны Чепмена-Жуге на плоскую границу среды «2» с известной ударной и детонационной адиабатами. Рассмотреть случаи инертной и мгновенно реагирующей (с энергосвободением) среды «2» при разных соотношениях параметров.
- Найти параметры «лазерной детонации» в воздухе при  $\rho_0 = 10^{-3}$  г/см<sup>3</sup>,  $\gamma = 1.25$ , интенсивности лазерного луча  $J = 100$  ГВт/см<sup>2</sup>. Учесть энергию диссоциации и ионизации  $Q_{\text{и}} = 3$  МДж/г.
- В твердом топливе, заполняющем трубу постоянного сечения, идет фронт горения с заданной постоянной скоростью  $D$ . За фронтом выполняется условие  $v = c$  относительно волны. Найти изменение давления перед фронтом, когда  $D$  меняется в интервале от нуля до максимальной скорости детонации Чепмена-Жуге. Плотность топлива  $\rho_0 = const$ , продукты считать идеальным газом с отношением теплоемкостей  $k$ .

## Список вопросов, выносимых на экзамен

- Уравнения, описывающие условия на скачке в конденсированной среде.
- Особенности сжатия холодного вещества.
- Графическое представление ударной адиабаты.
- Выход ударной волны умеренной интенсивности на свободную поверхность.
- Взрыв заряда ВВ на поверхности образца.
- Методы создания высоких динамических давлений, регистрируемые при этом параметры.
- Уравнение Ми-Грюнайзена.
- Представление ударной адиабаты в виде  $U = a + b u$ .
- Задача о максимуме давления в ударной волне, проходящей через поверхность раздела между двумя средами.
- Затухание плоской ударной волны.
- Методы измерения скорости звука за фронтом ударной волны.
- Откольное разрушение при импульсном нагружении.

- Оценка возможности полного испарения вещества при разгрузке.

2. Выход очень сильной ударной волны на свободную поверхность.
3. Расщепление ударных волн в конденсированном веществе.
4. Ударное сжатие пористого вещества.
5. Полуэмпирическое уравнение состояния металлов в широкой области фазовой диаграммы.
6. Пример построения приближенного уравнения состояния конденсированного вещества.
7. Примеры вычисления параметров вещества после ударного сжатия.
8. Термодинамическое описание процессов при высоких давлениях и температурах.
9. Явление кумуляции при распространении ударной волны по неоднородной среде.
10. Приближенное уравнение состояния для области слабых ударных волн.

**Пример билета:**

1. Методы измерения скорости звука за фронтом ударной волны.
2. Явление кумуляции при распространении ударной волны по неоднородной среде.

**Форма билета к экзамену представлена на рисунке**

<p><b><i>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</i></b></p> <p><b><i>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)</i></b></p> <p><b><i>Физический факультет</i></b></p>	
<p><b>БИЛЕТ № _____</b></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 «Ударные волны в конденсированных средах»  
по направлению подготовки 03.03.02 Физика  
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

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