

**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**



академик РАН

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФФ

А. Е. Бондарь

« 04 » 10 2020 г.

Рабочая программа дисциплины

ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА

направление подготовки: **03.04.02 Физика, Курс 2, семестр 3**
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
3	72	32			38				2	
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1, ПК-2										

Разработчик:
д.т.н., проф.

Зав. КафФСС ФФ НГУ
д.т.н., проф.

Руководитель программы,
д.ф.-м.н.

Е. И. Пальчиков

Е.И. Пальчиков

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2020

Содержание

Аннотация **Ошибка! Закладка не определена.**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	4
3. Трудоемкость 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.	5
5. Перечень учебной литературы.	8
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	8
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.	9

Аннотация

к рабочей программе дисциплины курса «Взрывчатые вещества»

Направление: **03.04.02 Физика**

Направленность (профиль): Общая и фундаментальная физика

Программа курса «Взрывчатые вещества» составлена в соответствии с требованиями СУОС к уровню магистратуры по направлению подготовки **03.04.02 Физика, направленность «Общая и фундаментальная физика»**, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется на физическом факультете Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (НГУ) кафедрой физики сплошных сред в качестве дисциплины по выбору. Дисциплина изучается студентами второго курса магистратуры физического факультета.

Цель курса – изучение магистрантами свойств и физических характеристик современных и классических взрывных материалов, и особенностей экспериментальной работы с ними.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих общепрофессиональных компетенций:

ПК-1 – способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

ПК-2 - способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:** основные уравнения теории детонационных процессов и свойств материалов под действием интенсивных импульсных нагрузок, а также основы техники безопасности при проведении экспериментальных взрывных работ.
- **Уметь:** ориентироваться в свойствах и физических характеристиках современных взрывчатых материалов и пользоваться полуэмпирическими методами описания уравнения состояния и ударной адиабаты вещества.
- **Владеть:** методами расчета физических параметров, фигурирующих в описании общего материаловедения взрывчатых вещества и их поведения при детонации, а также методами решения теоретических задач, возникающих в рамках механики импульсных процессов.

Курс рассчитан на один семестр (3-й). Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, консультации, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: опросы материала в течение семестра, контроль посещаемости

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **72** академических часа / **2** зачетных единицы.

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

Дисциплина «Взрывчатые вещества» имеет своей целью изучение свойств и физических характеристик современных и классических взрывных материалов, и особенностей экспериментальной работы с ними. В рамках данной дисциплины формируются основные представления о физической сути процессов, происходящих в процессе детонирования взрывчатых веществ, изучаются основные свойства классических и современных взрывчатых материалов, а также обсуждаются основы техники безопасности при проведении экспериментальных работ.

Цели курса – сформировать у студентов определенную систему знаний, навыков и умений в постановке и решении задач, связанных с использованием специализированных знаний в области физики для освоения профильных физических дисциплин и способность проводить научные экспериментальные исследования в избранной области - в части изучения свойств и физических характеристик современных и классических взрывных материалов, и особенностей экспериментальной работы с ними.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося **профессиональных компетенций (ПК):**

ПК-1 -способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта:

ПК 1.1 – знать основные уравнения теории детонационных процессов и свойств материалов под действием интенсивных импульсных нагрузок;

ПК 1.2 – уметь ориентироваться в свойствах и физических характеристиках современных взрывчатых материалов;

ПК 1.3 – владеть методами решения теоретических задач, возникающих в рамках механики импульсных процессов.

ПК-2 - способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности:

ПК 2.1 – знать основы техники безопасности при проведении экспериментальных взрывных работ;

ПК 2.2 – уметь пользоваться полуэмпирическими методами описания уравнения состояния и ударной адиабаты вещества;

ПК 2.3 – владеть методами расчета физических параметров, фигурирующих в описании общего материаловедения взрывчатых вещества и их поведения при детонации.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Взрывчатые вещества» является одной из дисциплин по выбору по направлению подготовки 03.04.02 Физика (профиль подготовки «Общая и фундаментальная физика»). Дисциплина «Взрывчатые вещества» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата. Студенты, приступающие к изучению этой дисциплины, должны обладать предварительными знаниями основ общей физики, механики, термодинамики, физики сплошных сред, математического и функционального анализа, дифференциальных уравнений, векторного и тензорного анализа.

3. Трудоемкость 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
3	72	32			38				2	
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1, ПК-2										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: контроль посещаемости, опрос в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции.

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

- занятия лекционного типа – 32 часа;
- самостоятельная работа в течение семестра, не включая период сессии – 38 часов;
- промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)– 2 часа;

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, зачет) составляет 34 часа.

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

Дисциплина «Взрывчатые вещества» представляет собой полугодовой курс, читаемый в магистратуре физического факультета НГУ в третьем семестре.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)					Консультации перед экзаменом (часов)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежу точной аттестаци и		
				Лек- ции	Прак- тиче- ские заня- тия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Введение: обзор развития знаний о взрывчатых веществах (ВВ).	1	4	2		2			
2	Общая характеристика ВВ. Явление взрыва.	2	4	2		2			
3	Принципы определения состава продуктов взрыва (ПВ).	3	4	2		2			
4	Экспериментальные методы определения состава ПВ.	4	4	2		2			
5	Термодинамика взрыва.	5	6	2		4			
6	Расчетные и экспериментальные методы определения свойств ПВ.	6	4	2		2			
7	Работоспособность ВВ.	7	4	2		2			
8	Теоретические и экспериментальные методы определения местного и общего действия взрыва.	8	4	2		2			
9	Принципы построения промышленных ВВ.	9	4	2		2			

10	Физико-химические свойства ВВ.	10	4	2		2			
11	Ядовитые газы.	11	4	2		2			
12	Чувствительность ВВ.	12	6	2		4			
13	Особенности детонации промышленных ВВ.	13	4	2		2			
14	Горение ВВ.	14	4	2		2			
15	Средства взрывания.	15	4	2		2			
16	Способы и методы взрывания.	16	4	2		2			
17	Дифференцированный зачет	17	2						2
Всего			72	32		38			2

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

1. Краткий исторический обзор развития знаний о взрывчатых веществах (ВВ). (2 часа)
2. Общая характеристика ВВ. Явление взрыва. Условия протекания химических реакций в форме взрыва. Основные типы ВВ. (2 часа)
3. Принципы определения состава продуктов взрыва (ПВ). Вводные замечания. Понятие о кислородном балансе и кислородном коэффициенте. Расчет состава ПВ для ВВ с положительным кислородным балансом. Расчет состава ПВ для ВВ с отрицательным кислородным балансом. (2 часа)
4. Химические процессы при взрыве алюмосодержащих ВВ. Экспериментальные методы определения состава ПВ. (2 часа)
5. Термодинамика взрыва. Теплота взрыва. Расчет теплового эффекта. Закон Гесса. Принцип Бертелло. Принцип Ле-Шателье. Опытное определение теплоты взрыва. Температура взрыва. Расчетные и экспериментальные методы определения температуры взрыва. Давление ПВ в камере. (2 часа)
6. Расчетные и экспериментальные методы определения давления ПВ. Объем газообразных ПВ. Расчетные и экспериментальные методы определения объема ПВ. (2 часа)
7. Работоспособность ВВ. Расчет и экспериментальное определение. Работа взрыва. Термодинамический КПД. Схема распределения энергии при взрыве. Формы работы взрыва. Местное (бризантное) и общее (фугасное) действие взрыва. Кумулятивный эффект. (2 часа)
8. Теоретические и экспериментальные методы определения местного и общего действия взрыва. Проба Гесса, проба Трауцля, баллистический маятник. Новые физические идеи определения работоспособности ВВ. Законы подобия. Тротиловый эквивалент. (2 часа)
9. Принципы построения промышленных ВВ. Классификация промышленных ВВ по составу, по режиму взрывного превращения, по химическому строению, по условиям безопасного применения, по степени опасности при хранении и перевозке. (2 часа)
10. Физико-химические свойства ВВ. Плотность. Дисперсность. Сыпучесть. Пластичность. Текучесть. Гигроскопичность. Водостойчивость. Пыление. Расслоение. Эксудация. Старение. Электризация. Защита от статического электричества. (2 часа)
11. Ядовитые газы. Физические свойства и предельно допустимые концентрации. Основные причины образования. Методы борьбы с образованием ядовитых газов. (2 часа)
12. Чувствительность ВВ. Понятие о начальном импульсе. Чувствительность ВВ к тепловому воздействию (нагреву, лучу огня). Чувствительность ВВ к механическому воздействию

- (удару, трению). Чувствительность ВВ к детонационному импульсу. Механизмы возбуждения взрыва. Методы испытаний ВВ. (2 часа)
13. Особенности детонации промышленных ВВ. Понятие о предельном и критическом диаметре. Зависимость скорости детонации от плотности ВВ. Канальный эффект. (2 часа)
 14. Горение ВВ. Стационарное горение. Критерий устойчивости горения. Неустойчивое горение порошкообразных и жидких ВВ. Физическая природа различия между инициирующими, вторичными и метательными ВВ. (2 часа)
 15. Средства взрывания. Капсюли-детонаторы. Огнепроводный шнур и средства его воспламенения. Детонирующий шнур. Электродетонаторы. КЗДШ. Методы испытаний средств взрывания. Перспективы дальнейшего совершенствования средств взрывания. (2 часа)
 16. Способы взрывания. Классификация способов взрывания. Огневой и электроогневой способы взрывания. Взрывание детонирующим шнуром. Электрический способ взрывания. Достоинства и недостатки различных способов взрывания. (2 часа)

Самостоятельная работа студентов (38 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная работа с дополнительной литературой по теме лекций, подготовка к опросам	38

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

5.2. Дополнительная литература

1. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. М., Оборонгиз, 1963
2. Поздняков З.Г., Росси Б.Д. Справочник по промышленным взрывчатым веществам и средствам взрывания. М., Недра, 1977.

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

3. Е. И. Пальчиков. Электронные лекции по курсу «Взрывчатые вещества». Новосибирск, НГУ - Институт гидродинамика им. М. А. Лаврентьева СО РАН, 2020.

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 используются аудитории, оборудованные всем необходимым для чтения лекций (доска, экран, компьютер, мультимедийный проектор), в том числе 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 путем контроля посещаемости и проведения выборочных опросов по материалам лекций.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные компетенции ПК-1 и ПК-2 сформированы не ниже порогового уровня.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачете. Зачет проводится в конце семестра по билетам в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенций ПК-1 и ПК-2.

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.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Взрывчатые вещества».

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 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. 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 ПК 2.2	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 ПК 2.3	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.

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Список вопросов, выносимых на дифференцированный зачет

На проверку сформированности компетенции ПК-1:

1. Общая характеристика ВВ. Явление взрыва.
2. Условия протекания химических реакций в форме взрыва. Основные типы ВВ.
3. Расчет теплового эффекта.
4. Закон Гесса.
5. Принцип Бертелло. Принцип Ле-Шателье.
6. Расчетные и экспериментальные методы определения температуры взрыва.
7. Расчетные и экспериментальные методы определения давления ПВ.
8. Расчетные и экспериментальные методы определения объема ПВ.
9. Схема распределения энергии при взрыве.
10. Проба Гесса, проба Трауцля, баллистический маятник.
11. Физико-химические свойства ВВ.
12. Горение ВВ. Стационарное горение. Критерий устойчивости горения.
13. Неустойчивое горение порошкообразных и жидких ВВ. Физическая природа различия между инициирующими, вторичными и метательными ВВ.

На проверку сформированности компетенции ПК-2:

1. Принципы определения состава продуктов взрыва (ПВ).
2. Расчет состава ПВ для ВВ с положительным кислородным балансом.
3. Расчет состава ПВ для ВВ с отрицательным кислородным балансом.
4. Экспериментальные методы определения состава ПВ.
5. Новые физические идеи определения работоспособности ВВ. Законы подобия. Тротильный эквивалент.
6. Классификация промышленных ВВ по составу, по режиму взрывного превращения, по химическому строению, по условиям безопасного применения, по степени опасности при хранении и перевозке.
7. Ядовитые газы. Физические свойства и предельно допустимые концентрации.
8. Методы борьбы с образованием ядовитых газов.
9. Чувствительность ВВ к тепловому воздействию (нагреву, лучу огня).
10. Чувствительность ВВ к механическому воздействию (удару, трению).
11. Чувствительность ВВ к детонационному импульсу. Механизмы возбуждения взрыва. Методы испытаний ВВ.
12. Особенности детонации промышленных ВВ. Понятие о предельном и критическом диаметре. Зависимость скорости детонации от плотности ВВ. Канальный эффект.

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 фонда оценочных средств
по дисциплине «Взрывчатые вещества»
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