

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра газодинамических импульсных устройств

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН ФЛА

д.т.н. Саленко С. Д.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Экспериментальная газодинамика

Образовательная программа: 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, специализация: Боеприпасы

Курс: 5, семестр : 10

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	Вид деятельности	10
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	82
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	24
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	8
10	Самостоятельная работа, час.	62
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

ФГОС введен в действие приказом №1161 от 12.09.2016 г. , дата утверждения: 28.09.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ГДУ, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

старший преподаватель, Есиков М. А.

Заведующий кафедрой:

доцент, д.т.н. Гуськов А. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Гуськов А. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.30 способность разрабатывать методики проведения экспериментов и испытаний образцов боеприпасов и взрывателей; в части следующих результатов обучения:
з1. особенности постановки газодинамического эксперимента
з3. методы и средства экспериментальной газодинамики
Компетенция ФГОС: ПК.32 способность обрабатывать результаты экспериментов и испытаний, в том числе с использованием автоматизированных методов обработки результатов; в части следующих результатов обучения:
у2. планировать, готовить, выполнять газодинамические эксперименты и испытания, обрабатывать и анализировать их результаты

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Экспериментальная газодинамика</i>	
ПК.30.з3 методы и средства экспериментальной газодинамики	
1.методы и средства экспериментальной газодинамики	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.30.з1 особенности постановки газодинамического эксперимента	
2.особенности постановки газодинамического эксперимента	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.32.у2 планировать, готовить, выполнять газодинамические эксперименты и испытания, обрабатывать и анализировать их результаты	
3.планировать, готовить, выполнять газодинамические эксперименты и испытания, обрабатывать и анализировать их результаты	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 10			
Дидактическая единица: Задачи газодинамики			
1. Введение.	0	4	2
Дидактическая единица: Экспериментальные методы и средства в газодинамике			
2. Методы измерения физических величин.	0	4	1
3. Методы создания необходимых физических условий на экспериментальных установках.	0	6	1
4. Методы наблюдения и регистрации высокоскоростных явлений.	0	4	1
5. Установки газодинамического эксперимента	0	10	1
Дидактическая единица: Планирование и постановка эксперимента			
6. Основы планирования эксперимента. Постановка задачи.	0	4	2, 3

Дидактическая единица: Обработка экспериментальных данных			
7. Методы обработки экспериментальных данных.	0	4	3

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 10				
Дидактическая единица: Экспериментальные методы и средства в газодинамике				
8. Лабораторные работы	6	18	1, 2, 3	Участие в подготовке и проведении экспериментов в ИГиЛ СО РАН. Подготовка отчета по результатам.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 10				
Дидактическая единица: Экспериментальные методы и средства в газодинамике				
1. Расчет параметров газодинамических процессов в экспериментах.	8	8	1, 2, 3	Решение задач
Дидактическая единица: Планирование и постановка эксперимента				
2. Задачи о постановке эксперимента	4	4	3	Решение задач
Дидактическая единица: Обработка экспериментальных данных				
3. Задачи по обработке данных эксперимента	6	6	3	Решение задач

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 10				
1	РГЗ	3	30	4
: Экспериментальная газовая динамика. Ч. 1 : методические указания к курсовой работе / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Полиновский]. - Новосибирск, 2006. - 70, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_Polinovski.rar				
2	Подготовка к занятиям	1, 2	22	2
: Экспериментальная газовая динамика. Ч. 1 : методические указания к курсовой работе / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Полиновский]. - Новосибирск, 2006. - 70, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_Polinovski.rar				
3	Подготовка к аттестации	1, 2	10	2
: Экспериментальная газовая динамика. Ч. 1 : методические указания к курсовой работе / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Полиновский]. - Новосибирск, 2006. - 70, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_Polinovski.rar				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 10		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	
<i>Лабораторная:</i>	10	20
<i>Практические занятия:</i>	10	30
<i>РГЗ:</i>	10	30
<i>Зачет:</i>	0	20

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ПК.30	з1. особенности постановки газодинамического эксперимента	+	+
	з3. методы и средства экспериментальной газодинамики	+	+
ПК.32	у2. планировать, готовить, выполнять газодинамические эксперименты и испытания, обрабатывать и анализировать их результаты	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Старовиков, М.И. Введение в экспериментальную физику. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 240 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/379> — Загл. с экрана.

2. Горохов В.Л. Планирование и обработка экспериментов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Л. Горохов, В.В. Цаплин— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 88 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63623.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Балаганский И. А. Экспериментальная газовая динамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. А. Балаганский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000236584. - Загл. с экрана.
4. Полиновский А. А. Экспериментальная газовая динамика [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам / А. А. Полиновский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1079_1323609763.doc. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Малинский В. Д. Испытания аппаратуры и средств измерений на воздействие внешних факторов : Справочник / В. Д. Малинский, В. Х. Бегларян, Л. Г. Дубицкий; Под ред. В. Д. Малинского. - М., 1993. - 573 с. : ил.
2. Грановский В. А. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях / В. А. Грановский, Т. Н. Сирая. - Л., 1990. - 288 с. : ил., табл.
3. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента / Х. Шенк ; пер. с англ. Е. Г. Коваленко, под ред. Н. П. Бусленко. - М., 1972. - 381 с. : ил., схемы, табл.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Экспериментальная газовая динамика. Ч. 1 : методические указания к курсовой работе / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Полиновский]. - Новосибирск, 2006. - 70, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_Polinovski.rar

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Windows
- 2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	чтение лекций

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра газодинамических импульсных устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н., профессор С.Д. Саленко
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Экспериментальная газодинамика

Образовательная программа: 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, специализация: Боеприпасы

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Экспериментальная газодинамика приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.30/ИС способность разрабатывать методики проведения экспериментов и испытаний образцов боеприпасов и взрывателей	з1. особенности постановки газодинамического эксперимента	Введение. Лабораторные работы Постановка задачи. Расчет параметров газодинамических процессов в экспериментах.	РГЗ, вопросы 1-10	Зачет, вопросы 1-7
ПК.30/ИС	з3. методы и средства экспериментальной газодинамики	Лабораторные работы Расчет параметров газодинамических процессов в экспериментах. Установки газодинамического эксперимента	РГЗ, вопросы 1-10	Зачет, вопросы 8-16
ПК.32/ИС способность обрабатывать результаты экспериментов и испытаний, в том числе с использованием автоматизированных методов обработки результатов	у2. планировать, готовить, выполнять газодинамические эксперименты и испытания, обрабатывать и анализировать их результаты	Задачи о постановке эксперимента Задачи по обработке данных эксперимента Лабораторные работы Расчет параметров газодинамических процессов в экспериментах.	РГЗ, вопросы 1-10	Зачет, вопросы 17-23

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 10 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.30/ИС, ПК.32/ИС.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 10 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.30/ИС, ПК.32/ИС, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер,

необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра газодинамических импульсных устройств

Паспорт зачета

по дисциплине «Экспериментальная газодинамика», 10 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-12, второй вопрос из диапазона вопросов 13-23 (список вопросов приведен ниже). Время на подготовку составляет 40 минут. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Экспериментальная газодинамика»

-
1. Вопрос 1
 2. Вопрос 2.
 3. Задача 1.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинноследственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0-9 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинноследственные

связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *10-13 баллов*.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *14-17 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *18-20 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Экспериментальная газодинамика»

1. Ударные трубы
2. Открытые полигоны
3. Взрывные камеры
4. Баллистические камеры
5. Простейшая система безопасности при проведении взрывных работ с использованием взрывных и баллистических камер
6. Понятие начального импульса при газодинамических экспериментах
7. Нагружение падающей детонационной волной
8. Нагружение уходящей детонационной волной
9. Нагружение скользящей детонационной волной
10. Повышение амплитуды начального импульса при пересжатых режимах детонации
11. Метание ударников продуктами детонации
12. Устройства для нагружения объектов взрывом
13. Первичные элементы устройств взрывного нагружения
14. Плосковолновые детонационные генераторы
15. Взрывные устройства со сходящимися детонационными волнами
16. Устройства взрывного метания пластин
17. Устройства взрывного метания сферически сходящихся ударников
18. Пороховые ускорители
19. Баллистические ударные трубы
20. Легкогазовые ускорители
21. Устройства для сохранения ударно сжатых веществ
22. Датчики электроконтактных методик измерения
23. Датчики реостатной методики измерения перемещений фронтов ударных волн и поверхностей тел
24. Датчики и измерители-преобразователи пьезорезистивных методик измерения давления

25. Пьезоэлектрические и сегнетоэлектрические датчики в методиках измерения давления
26. Емкостной датчик
27. Методы высокоскоростной фотографической регистрации
28. Источники света и устройства освещения
29. Лазерные и лазерно-доплеровские измерители-преобразователи для измерения.

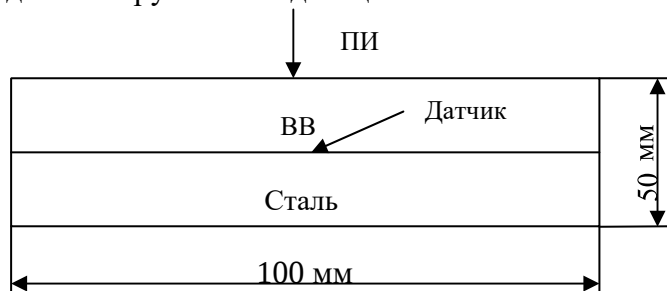
Пример билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № 1

к зачету по дисциплине «Экспериментальная газодинамика»

1. Пороховые пушки
2. Магнитоэлектрический метод
3. Задача: Нагружение падающей волной.



Рассчитать параметры взрывного нагружения.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Экспериментальная газодинамика», 10 семестр

1. Методика оценки

Должно быть выполнено задание соответствующее выданному варианту. РГЗ должно представлено в виде документа в формате MS Word (пример и структура отчета указана в п.4).

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, оценка составляет 0-14 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: студент не может объяснить, как он выполнял работу, оценка составляет 15-20 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если работа выполнена в полном объеме, студент может, в целом, объяснить, как он выполнял работу, но плохо владеет теорией, оценка составляет 21-25 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если работа выполнена в полном объеме, студент может объяснить, как он выполнял работу, хорошо владеет теоретическим материалом, оценка составляет 26-30 баллов.

3. Шкала оценки

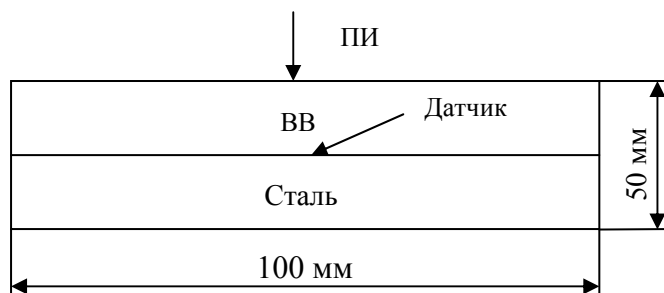
В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример задания на РГЗ

Расчет параметров взрывного нагружения в различных схемах (падающая, скользящая, уходящая детонация, нагружение косыми волнами, Маховскими волнами). Расчет проводится в терминальных классах 3-307, 3-309 с использованием ПО ANSYS ACADEMIC RESEARCH AUTODYN.

Пример задания:

Нагружение падающей волной. Рассчитать параметры взрывного нагружения.



Пример оформления и структуры:

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ И ИМПУЛЬСНЫХ УСТРОЙСТВ

Расчетно-графическая работа
по дисциплине
«Экспериментальная газодинамика»

Факультет: ЛА

Группа: МА-21

Студентка: Хребтова М.С.

am
HN
02.06.17.

Новосибирск

2017 г

Цель работы: с помощью SPH метода, в программе Autodyn, смоделировать процесс детонации ВВ закрепленного на поверхности металлического образца. Проанализировать изменения во времени следующих параметров: давления, температуры, скорости частиц материала (а также продуктов детонации). Установить датчик на границе раздела двух сред ВВ/преграда, с него так же снять показания об изменении значений данных параметров во времени, построить графики. Выделить в моделируемом процессе ключевые моменты и проанализировать их.

1.Постановка задачи.

1.1 Физическая постановка задачи.

AUTODYN-2D Version 16.2.00b

IDENT : xrebtova
Symmetry Type : Axial
Precision : Double

UNITS
Length : millimeter
Mass : milligram
Time : microsec.

WRAPUP PARAMETERS

Cycle Limit : 99999999
Time Limit : 4.00000E+01
Maximum Energy Error Fraction : 5.00000E-02
Energy Reference Cycle : 0

TIME STEP INFORMATION

Time Step Safety Factor : 6.66600E-01

DETONATION LOCATIONS

	TIME	X #1	Y #1	X #2	Y #2	TYPE
1	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	5.00000E+01	PLANE

STRUCTURED PARTS

	PART	PROCESSOR	IMAX	JMAX
1	part	SPH	1	187500

TOTAL NUMBER NODES: 187500

SPH OBJECTS

	OBJECT NAME	MATERIAL SET	# of PARTICLES	ACTIVATION TIME	DEACTIVATION TIME
1	C4	Not Filled	62500	-1.0100E+20	1.0100E+20
2	boroncarb	Not Filled	125000	-1.0100E+20	1.0100E+20

SPH USER OPTIONS

Quadratic viscosity : 2.00000E+00
 Linear viscosity : 2.00000E+00
 Smoothing length : Constant
 Interface Treatment : None
 Density Calculation : Continuity Equation

SPH CUTOFFS/AUTOMATIC DELETION CRITERIA

Limit/Delete : Limit Density
 Minimum Density : 2.00000E-01
 Maximum Density : 3.00000E+00
 Delete node with DT < : 1.00000E-20 TARGET POINTS

TARGET POINTS

	PART	I	J	X	Y	TYPE
1	part	1	1	-5.43366E+01	1.30312E+00	MOVING
2	part	1	125	9.63070E+00	1.41573E-01	MOVING
3	part	1	250	5.28086E+01	1.63081E-01	MOVING
4	part	1	62625	8.37847E+01	1.25994E-01	MOVING

1.2 Геометрическая постановка задачи.

Линейные размеры сечений:

BB – 50 * 50 мм

преграда – 100 * 50 мм

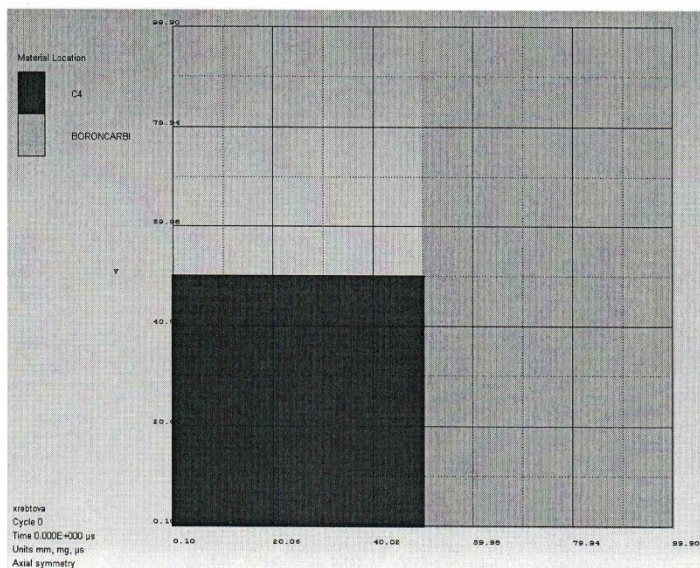


Рис. 1 Геометрическая постановка задачи

1.3 Параметры материалов.

В данной задаче было выбрано взрывчатое вещество C-4, ниже в таблице 1 приведены его характеристики:

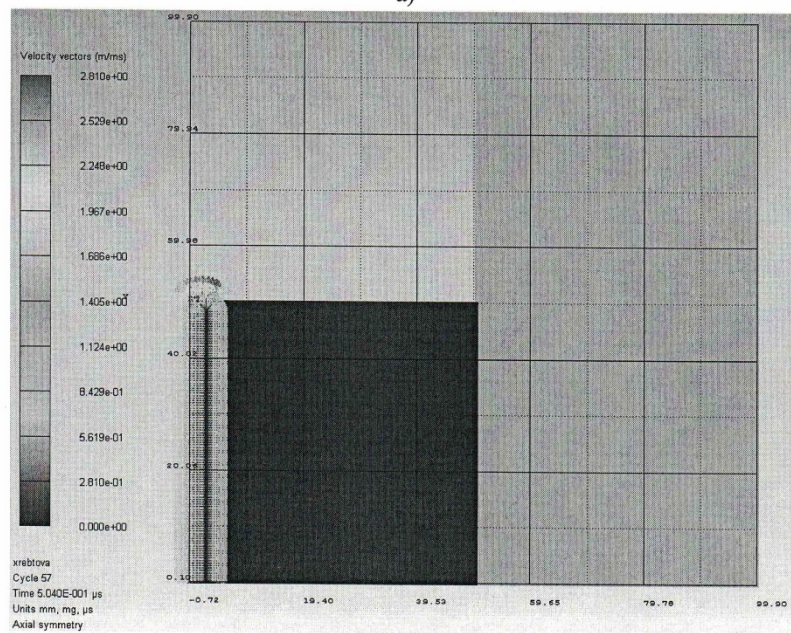
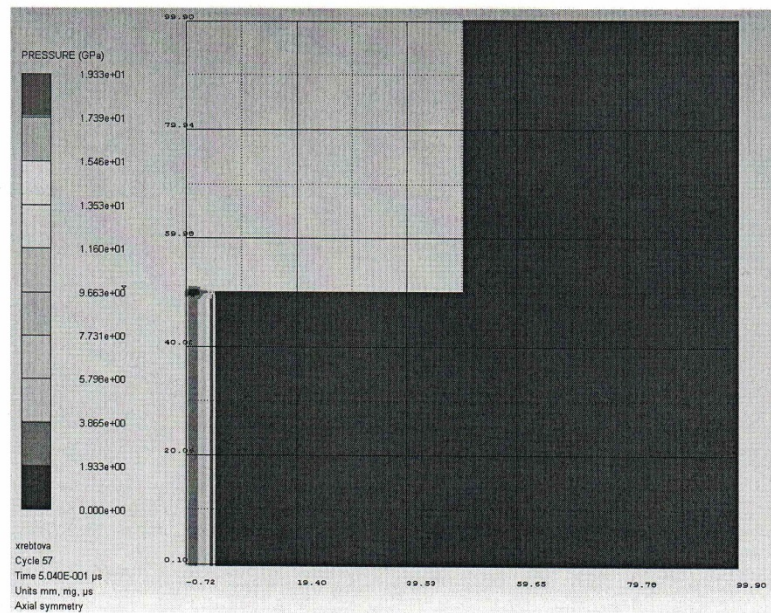
Таблица 1
Параметры ВВ

Equation of State	JWL
Reference density	1.60100E+00 (g/cm3)
Parameter A	6.09770E+02 (GPa)
Parameter B	1.29500E+01 (GPa)
Parameter R1	4.50000E+00 (none)
Parameter R2	1.40000E+00 (none)
Parameter W	2.50000E-01 (none)
C-J Detonation velocity	8.19300E+00 (m/ms)
C-J Energy / unit volume	9.00000E+00 (J/mm3)
C-J Pressure	2.80000E+01 (GPa)
Burn on compression fraction	0.00000E+00 (none)
Pre-burn bulk modulus	0.00000E+00 (GPa)
Adiabatic constant	0.00000E+00 (none)
Auto-convert to Ideal Gas	Yes
Additional Options (Beta)	None
Strength	None
Failure	None
Erosion	None
Material Cutoffs	-
Maximum Expansion	1.00000E-01 (none)
Minimum Density Factor	1.00000E-06 (none)
Minimum Density Factor (SPH)	2.00000E-01 (none)
Maximum Density Factor (SPH)	3.00000E+00 (none)
Minimum Soundspeed	1.00000E-09 (m/ms)
Maximum Soundspeed (SPH)	1.01000E+20 (m/ms)
Maximum Temperature	1.01000E+20 (K)

В качестве материала преграды был выбран карбид бора BORON CARBI, его характеристики приведены в таблице 2.

2. Основные этапы протекания процесса детонации.

2.1 Иницирование С-4. Время $0,5 \mu\text{s}$



а) распределение давления в системе, б) направления векторов скоростей частиц

Рис 2. Движение детонационной волны в ВВ

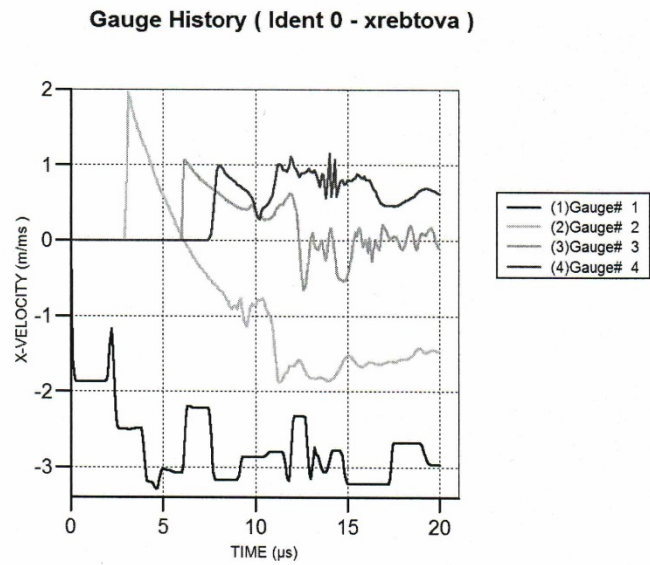
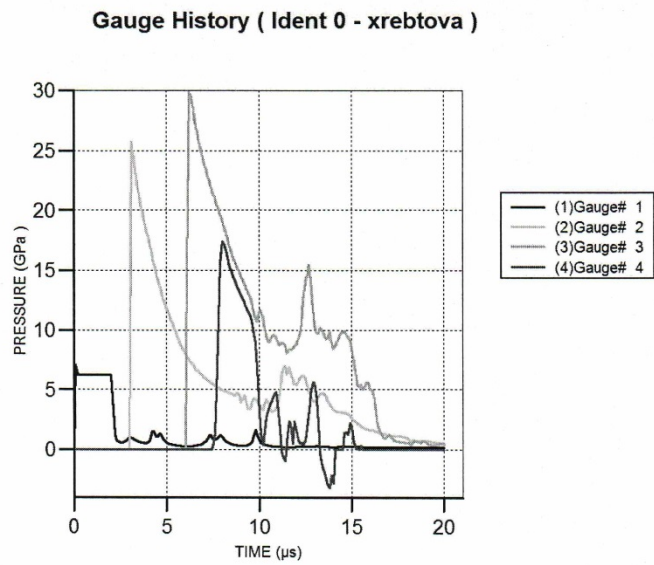


Рис 21. Графики, отображающие изменение параметров с течением времени.

Вывод: В ходе лабораторной работы был смоделирован процесс разрушения пластины из карбида бора при помощи заряда ВВ. Максимальное давление в пластине составило 30 ГПа, максимальная скорость детонации – 2 км/с.