

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Механико-математический факультет
Кафедра газовой и волновой динамики



УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
/Нигматулин Р.И./
« 10 » июня 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

**Спец. Семинар «Научно-исследовательский семинар (НИС) по детонации и горению им
И.Н. Зверева»**

наименование дисциплины (модуля)

Уровень высшего образования:
специалитет

Направление подготовки (специальность):

01.05.01 Фундаментальные математика и механика

(код и название направления/специальности)

Направленность (профиль) ОПОП: НИР

Фундаментальная механика

(если дисциплина (модуль) относится к вариативной части программы)

Форма обучения:

очная

очная, очно-заочная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры газовой и волновой динамики
(протокол № 15, « 10 » июня 2019 года)

Москва 2019

На обратной стороне титула:

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности « программы специалитета » (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки; программы специалитета; программы магистратуры*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение 2017,2016,2015,2014_____

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО (относится к базовой или вариативной части ОПОП ВО, или является факультативом). Вариативная часть профессионального цикла при получении специализации «Фундаментальная механика».
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть): освоение дисциплины «Основы механики сплошных сред», Математический анализ, линейная алгебра, механика сплошной среды, дифференциальные уравнения.
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с компетенциями
__СПК-1__	Уметь решать задачи специализации _____ Владеть: специальными разделами фундаментальной механики, методами анализа, а именно: _____ 1) знать основные понятия, определения и свойства объектов исследования, основные термодинамические соотношения для многокомпонентных систем; 2) Знать основы тепловой и диффузионной моделей горения 4) знать классификацию волн детонации и дефлаграции в метастабильных средах, уметь решать задачи о движении течения газа при наличии в области волн дефлаграции или детонации.
__СПК-2__	Уметь проводить самостоятельно научные и прикладные исследования в специальных областях механики _____
__СПК-3__	Уметь применять знания специализации в будущей профессиональной деятельности _____

4. Формат обучения _____ семинарские занятия, самостоятельная работа (отметить, если дисциплина или часть ее реализуется с использованием электронного обучения и (или) дистанционных образовательных технологий)
5. Объем дисциплины (модуля) составляет __2__ з.е., в том числе __36__ академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, __36__ академических часов на самостоятельную работу обучающихся.
6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы		Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)	
		Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*		
1. Гомогенные и гетерогенные системы. Химически однородные компоненты. Фазы. Агрегатные состояния. Газофазные и гетерогенные реакции.	2		1	1	1
2. Термодинамические условия равновесия для адиабатических, изотермических и изотермически изобарических систем.	2		1	1	1
3. Скорости химических реакций. Константы равновесия. Закон действующих масс.	2			1	1
4. Условия равновесия фаз. Правило фаз. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода.	2		1	1	1

5. Равновесные и неравновесные фазовые переходы 1-го рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Теплота фазового перехода. Модель Герца-Кнудсена.	2		1	1	1
6. Закон изменения массы компонентов в многокомпонентной смеси в интегральной и дифференциальной форме. Определение средней скорости и плотности смеси. Скорости диффузии. Закон Фика. Уравнение неразрывности для смеси в целом. Условие согласования.	2		1	1	1
7. Закон изменения количества движения для многокомпонентных смесей. Тензор напряжений для различных компонентов в собственной системе координат и в системе координат, связанной с движением центра масс смеси.	2		1	1	1

8. Закон теплопроводности Фурье. Уравнение изменения полной энергии для гомогенной многокомпонентной смеси. Уравнение притока тепла. Изменение энтропии в многокомпонентной смеси. Соотношение Гиббса.	2		1	1	1
9. Граничные условия сохранения потоков массы, импульса и энергии на поверхностях раздела фаз в многокомпонентных средах.	2		1	1	1
10. Пример решения задачи об испарении одиночной капли в смеси газов при постоянном давлении с применением моделей равновесных и неравновесных фазовых переходов.	2		1	1	1
11. Задачи диффузионного и поверхностного горения конденсированных материалов. Гомобарическое приближение. Метод Шваба-Зельдовича. Первые интегралы в задачах горения.	2		1	1	1

12. Задача Ф.А. Вильямса о горении одиночной капли в газофазном режиме в атмосфере покоящегося окислителя. Решение А.М. Головина для случая горения капли в потоке.	2		1	1	1
13. Гетерогенное диффузионное горение частиц горючего в окислителе. Роль диффузионных и кинетических факторов.	2		1	1	1

14. Решение задачи гетерогенного горения частиц при одновременном учете влияния кинетики химических реакций и внешнелдфузионного торможения.	2		1	1	1
15. Совместное гетерогенное и газофазное горение одиночной газифицирующейся частицы в атмосфере газообразного окислителя.	2		1	1	1
16. Гетерогенные каталитические реакции дожигания СО на сферических катализаторах из металлов платиновой группы. Стационарная задача с учетом внешнелдфузионного торможения. Нестационарное состояние поверхности катализатора.	2		1	1	1
Промежуточная аттестация _____устный доклад					6 (количество часов,** отведенных на промежуточную аттестацию)
17. Плоские одномерные нестационарные задачи лдфузионного горения поверхности горючего в газофазном или гетерогенном режиме.	2		1	1	1

18. Численное решение нестационарных задач диффузионного горения капель в невесомости..	2		1	1	1

19. Горение плоского слоя топлива при обдувании поверхности потоком окислителя. Определение безразмерного параметра массообмена, характеризующего скорость выгорания поверхности.	2		1	1	1
20. Диффузионное пламя в потоке газообразного окислителя над полубесконечным слоем жидкого горючего. Влияние течения, индуцированного в жидкости, на скорость межфазного массообмена. Диффузионное горение за ударной волной, скользящей над слоем горючего.	2		1	1	1
21. Горение твердых унитарных топлив. Режимы конвективного горения канальных и пористых составов.	2		1	1	1
22. Уравнения нестационарного распространения пламени в каналах и трещинах в твердом топливе. Численное решение задач конвективного горения. Определение стационарных самоподдерживающихся режимов.	2		1	1	1

23. Учет сжимаемости конденсированной фазы при распространении конвективного горения в твердых топливах. О гиперболичности получаемой системы уравнений.	2		1	1	1
24. Понятие о волнах с энергосвободением на фронте. Детонация и горение. Процессы Чепмена – Жуге. Степень определенности течений, содержащих фронт реакции.	2		1	1	1
25. Автомодельные течения, содержащие фронт детонации, дефлаграции, ударные волны, волны разрежения и контактные поверхности.	2		1	1	1
26. Переход горения в детонацию в газах. Различие сценариев переходных процессов. Возникновение детонационных волн на контактных неоднородностях потока перед ускоряющимся фронтом пламени.	2		1	1	1
27. Развитие моделей переходных процессов. Модель спонтанного перехода Зельдовича. Модель «взрыва во взрыве» Оппенгейма. Модель формирования очагов в «горячих точках».	2		1	1	1
28. Спиновая детонация в газах. Структура детонационного фронта. Схема Зельдовича. Модель Войцеховского-Митрофанова-Топчияна. Две схемы сопряжения поперечной волны с головной.	2		1	1	1
29. Спиновая детонация в газах. Структура детонационного фронта. Схема Зельдовича. Модель Войцеховского-Митрофанова-Топчияна. Две схемы сопряжения поперечной волны с головной.	2		1	1	1
30. Волны детонации и дефлаграции со сферической и цилиндрической симметрией.	2		1	1	1

31. Ячеистая структура детонации. Численное моделирование формирования двумерных ячеек в плоском канале при задании начального возмущения. Возможные трехмерные структуры детонационных ячеек. Спиновая детонация как предел ячеистой, когда размер одной ячейки становится сравнимым с размером трубы. Связь неустойчивости плоского одномерного фронта с ячеистой структурой в многомерном случае. Модель Коробейникова-Левина-Маркова-Черного.	2		1	1	1
32. Инициирование детонации при отражении ударных волн в горючем газе от плоской стенки, внутренней поверхности клина или конуса.	2		1	1	1
33. Вычислительное моделирование перехода горения в детонацию в каналах переменного сечения.	2		1	1	1
34. Влияние наличия камер большего сечения или препятствий в канале на переход горения в детонацию. Возникновение режимов высокоскоростного галопирующего горения, низкоскоростной детонации.	2		1	1	1
35. Влияние температуры смеси и концентрации на протекание переходных процессов.	2		1	1	1
36. Вычислительное моделирование вращающейся детонации в кольцевой камере сгорания детонационного двигателя.	2		1	1	1

<i>Итоговая аттестация Защита курсовой работы (указывается форма проведения)</i>			6
Итого	72	36	36

**Внимание! В таблице должно быть зафиксировано проведение текущего контроля успеваемости, который может быть реализован, например, в рамках занятий семинарского типа.*

*** Часы, отводимые на проведение промежуточной аттестации, выделяются из часов самостоятельной работы обучающегося*

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Решение задач: _____

1. Решение задач об Автомодельных течениях, содержащих фронт детонации, дефлаграции, ударные волны, волны разрежения и контактные поверхности.
2. Задачи о степени определенности течения, содержащего волны сильной и слабой детонации, сильной и слабой дефлаграции.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Вопросы к зачету: _____

1. Интегральные формы записи основных законов сохранения. Вывод интегральной формы записи квазиодномерной системы уравнений газовой динамики.
2. Поверхности сильного разрыва в совершенном газе. Адиабата Гюгонио.
3. Типичные взаимодействия ударных волн и волн разрежения.
4. Взаимодействия ударных волн с контактными разрывами.
5. Взаимодействия волн разрежения с контактными разрывами.
6. Распад произвольного разрыва в совершенном газе. Задача Римана. Задача о сильном взрыве.
7. Волны детонации и дефлаграции, сильные и слабые режимы, режимы Чепмена-Жуге.
8. Переход горения в детонацию.
9. Ячеистая структура волн детонации.
10. Спиновая детонация.
11. Гетерогенное горение, диффузионные задачи.
12. Метод Шваба-Зельдовича.
13. Равновесные и неравновесные фазовые переходы.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания

<i>(виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты, и т.п.)</i>				
Умения <i>(виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)</i>	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) <i>(виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)</i>	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

- Зверев И. Н., Смирнов Н.Н. Газодинамика горения. М., Изд-во Московского Университета, 1987г. – 307 с.
- Сагомоян А. Я. Волны напряжения в сплошных средах. Учебное пособие.– М., Изд-во Московского Университета, 1985г. – 415 с.
- Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. – М., Изд-во «Мир», 1977 г., 622 с.
- Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М., Изд-во «Московского Университета» и «Наука», 7-е издание, 2004 г., 798 с.
- Овсянников Л.В. Лекции по основам газовой динамики. – Москва-Ижевск, Изд-во АНО «Институт компьютерных исследований», 2-е издание, 2003 г., 336 с.
- Рождественский Б.Л., Яненко Н.Н. Системы квазилинейных уравнений. – М., Изд-во «Наука», 1978 г., 2-е издание, 687 с.

9. Язык преподавания.

Русский

10. Преподаватель (преподаватели).

Смирнов Н.Н., Тюренкова В.В. Никитин В.Ф.
11. Автор (авторы) программы.
Смирнов Н.Н., Никитин В.Ф., Тюренкова В.В.