

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Механико-математический факультет  
Кафедра инженерной механики и прикладной математики

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_/Ганиев Р.Ф./  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Наименование дисциплины (модуля):**

**Научно-исследовательский семинар для 3 курса**

---

*наименование дисциплины (модуля)*

**Уровень высшего образования:**

***специалитет***

**Направление подготовки (специальность):**

***Фундаментальные математика и механика***

---

*(код и название направления/специальности)*

**Направленность (профиль) ОПОП:**

***Механика жидкости, газа и плазмы***

---

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

**Форма обучения:**

***очная***

---

*(очная, очно-заочная)*

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании кафедры инженерной механики и прикладной математики  
(протокол № \_\_\_\_\_, «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года)

Москва 2019

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 \_\_\_\_\_

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО (*относится к базовой или вариативной части ОПОП ВО, или является факультативом*).

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть):

*Освоение следующих дисциплин:*

*Математический анализ*

*Алгебра*

*Дифференциальные уравнения*

*Основы механики сплошной среды*

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

<b>Компетенции выпускников (коды)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с компетенциями</b>
<b>ОПК-1</b>	<b>Знать:</b> <i>Основные положения, основные модели и численные методы механики сплошной среды и динамики разреженного газа.</i> <b>Уметь:</b> <i>Решать задачи механики сплошной среды и динамики разреженного газа.</i>
<b>ПК-2</b>	<b>Знать:</b> <i>Знать основные модели механики сплошных сред и кинетической теории газов.</i> <b>Уметь</b> <i>Правильно выбирать модели и постановки задач для рассматриваемых явлений.</i>
<b>УК-4</b>	<i>Способность осуществлять письменную и устную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации в процессе академического и профессионального взаимодействия с учетом культурного контекста общения на основе современных коммуникативных технологий</i>
<b>УК-13</b>	<i>Способность осуществлять социальное и профессиональное взаимодействие для реализации своей роли в команде и достижения командных целей и задач</i>
<b>ОПК-3</b>	<i>Способность к самостоятельной научно-исследовательской работе</i>
<b>ОПК-4</b>	<i>Способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем</i>
<b>ПК-4</b>	<i>Способность публично представлять собственные и известные научные результаты</i>

**4. Формат обучения очный**

**5.** Объем дисциплины (модуля) составляет 4 з.е., в том числе 64 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 80 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 <i>(виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)</i>
		Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*	Всего	
Тема 1. Численные методы механики сплошной среды. Введение. Система одномерных нестационарных уравнений газовой динамики. Её гиперболичность. Акустическое приближение. Скорость звука. Характеристическая форма уравнений. Инварианты Римана.	12	0	6	6	6
Тема 2. Разностные методы. Принципы построения разностных схем. Порядок схемы.	18	0	8	8	10

Консервативность схемы. Примеры схем для задач газовой динамики. Граничные условия.					
Тема 3. Устойчивость разностных схем. Явные и неявные методы. Искусственная вязкость. Метод Ньютона. Метод прогонки. Метод отдельных прогонок.	18	0	8	8	10
Тема 4. Применение разностных методов. Структура фронта ударной волны. Задача о поршне. Распад произвольного разрыва. Сравнение результатов различных схем для данных задач.	18	0	8	8	10
<i>Текущий контроль успеваемости. Защита студентами результатов своих расчетов тестовых задач.</i>	6	0	2	2	4
Тема 5. Численные методы кинетической теории газов. Введение. Молекулярная модель газа. Средняя длина свободного пробега. Число Кнудсена. Модель твердых сфер. Средняя частота столкновений. Вычисление макропараметров, понятия среднего по времени и среднего по ансамблю. Выражение для потока произвольной величины через площадку.	8	0	4	4	4
Тема 6. Газовые смеси. Сечение столкновений. Диффузионная скорость и диффузионный поток. Парные упругие столкновения. Модели взаимодействия молекул.	8	0	4	4	4
Тема 7. Функция распределения скорости. Уравнение Больцмана. Равновесный газ. Объемные величины в равновесном газе. Потoki в равновесном газе. Характеристики столкновений в равновесном газе.	10	0	4	4	6
Тема 8. Граничные условия. Взаимодействие газа с поверхностью. Ядро рассеяния. Модели рассеяния.	8	0	4	4	4

Тема 9. Метод прямого статистического моделирования Монте-Карло (DSMC). Общие положения. Связь с уравнением Больцмана.	8	0	4	4	4
Тема 10. Решение задач методом DSMC. Одномерные течения одноатомного газа. Пространственные течения.	10	0	4	4	6
Тема 11. Газовые смеси и многоатомные молекулы. Течение смеси газов. Модели молекул с внутренними степенями свободы.	8	0	4	4	4
Тема 12. Течения с химическими реакциями. Скорости реакций. Реакция диссоциации. Реакция рекомбинации. Моделирование течений реагирующего газа.	8	0	4	4	4
Промежуточная аттестация: зачет	4				4
<b>Итого</b>	<b>144</b>			<b>64</b>	<b>80</b>

*\*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.

Студент должен самостоятельно выбрать (и обосновать выбор) разностную схему для аппроксимации системы уравнений и граничных условий для поставленной ему задачи газовой динамики, реализовать схему в виде программного кода, провести расчеты и сравнить полученные результаты с аналитическим решением (если имеется), а также выступить с кратким докладом о проделанной работе.

Пример задачи: Численно решить одномерную задачу о выдвигании поршня из газа. Газ считать идеальным и совершенным, процесс считать адиабатическим.

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

При промежуточной аттестации учитываются результаты текущего контроля успеваемости (см. выше), а также контроль успеваемости по заключительным темам:

Студент должен разобраться в программной реализации метода DSMC и адаптировать ее для решения поставленной ему задачи динамики разреженного газа, провести расчеты, а также выступить с кратким докладом о проделанной работе.

Пример задачи: Решить методом DSMC задачу о теплопередаче между двумя бесконечными пластинами разной температуры, пространство между которыми заполнено разреженным газом. Газ считать одноатомным, а аккомодацию энергии и импульса при столкновении молекулы с пластиной полной.

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка	2	3	4	5
РО и соответствующие виды оценочных средств				
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты, и т.п.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания

<b>Умения</b> (виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности неприципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)	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:

- Перечень основной и дополнительной литературы:

Основная:

1. Г. Берд, Молекулярная газовая динамика. Изд-во «Мир», 1981. Москва.
2. Самарский А.А., Попов Ю.П. Разностные методы решения задач газовой динамики. Наука, 1992. Москва.

Дополнительная:

3. М.Н. Коган, Динамика разреженного газа. Наука, 1967. Москва.
4. С. Cercignani, The Boltzmann Equation and its Application. N.Y.: Springer, 1988.

- Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости):  
Не требуется.
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:  
Не требуется.
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости):



Не требуется.

- Описание материально-технического обеспечения:

- Аудитория
- Доска
- Мел
- Экран
- Проектор

9. Язык преподавания:

Русский

10. Преподаватель (преподаватели):

Р.Ф.Ганиев, А.Н.Якунчиков, А.А.Крупнов, И.А.Брюханов, В.В.Косьянчук

11. Автор (авторы) программы:

Доцент, к.ф.-м.н. Якунчиков Артем Николаевич