

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):**

**Научно-исследовательский семинар для 5 курса**

---

*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 «Фундаментальные математика и механика» (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 \_\_\_\_\_ 2015 \_\_\_\_\_

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО (*относится к базовой части* )
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть):  
Предполагается знание основных направлений, проблем, теорий и методов современной математики и механики, основ механики сплошной среды в рамках программы ВУЗа.
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

| Компетенции выпускников<br>(коды) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с компетенциями                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1                              | Способность формулировать научно обоснованные гипотезы, создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| УК-2                              | Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| УК-4                              | 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                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| УК-6                              | Способность <i>в контексте профессиональной деятельности использовать знания об основных понятиях, объектах изучения и методах естествознания</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ОПК-1                             | Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, дискретной математики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики, механики сплошной среды, теории управления и оптимизации в будущей профессиональной деятельности |
| ОПК-3                             | Способность к самостоятельной научно-исследовательской работе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ПК-1                              | способность к самостоятельному анализу поставленной задачи, выбору корректного метода ее решения, построению алгоритма и его реализации, обработке и анализу полученной информации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ПК-2                              | способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ПК-3                              | способность создавать и исследовать новые математические модели явлений реального мира, сред, тел и конструкций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ПК-4                              | способность публично представлять собственные и известные научные результаты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

4. Формат обучения \_Стандартная\_\_\_\_\_ (*отметить, если дисциплина или часть ее реализуется с использованием электронного обучения и (или) дистанционных образовательных технологий*)

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 4 з.е., 144 часа, в том числе 72 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 72 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),<br><br>Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего (часы) | В том числе                                                                                      |                            |       |                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                    |              | Контактная работа<br>(работа во взаимодействии с преподавателем)<br>Виды контактной работы, часы |                            |       | Самостоятельная работа обучающегося, часы<br><i>(виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)</i> |
|                                                                                                                                    |              | Занятия лекционного типа*                                                                        | Занятия семинарского типа* | Всего |                                                                                                                                                             |
| 1. . Уравнение Бюргерса                                                                                                            | 3            | 0                                                                                                | 2                          | 2     | 1                                                                                                                                                           |
| 2. Подстановка Коула-Хонфа.                                                                                                        | 3            | 0                                                                                                | 2                          | 2     | 1                                                                                                                                                           |
| 3. Структура ударной волны.                                                                                                        | 3            | 0                                                                                                | 2                          | 2     | 1                                                                                                                                                           |
| 4. Волны на «мелкой воде».                                                                                                         | 3            | 0                                                                                                | 2                          | 2     | 1                                                                                                                                                           |
| 5. Уравнение Кортевега - де Фриза.                                                                                                 | 4            | 0                                                                                                | 2                          | 2     | 2                                                                                                                                                           |
| 6. Солитоны, «солитонные законы сохранения».                                                                                       | 4            | 0                                                                                                | 2                          | 2     | 2                                                                                                                                                           |

|                                                                                                         |   |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| 7. Другие солитонные уравнения: Шредингера                                                              | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 8. Другие солитонные уравнения: $\sin$ - Гордона                                                        | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 9. . Другие солитонные уравнения: Буссинеска,                                                           | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 10. Другие солитонные уравнения: Уизема.                                                                | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 11. Физические задачи, приводимые к этим уравнениям                                                     | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 12. Текущий контроль успеваемости (собеседование в устной форме)                                        | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 13. Распространение волн в однонаправленных потоках                                                     | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 14. Волны Римана, скачки уплотнения, применимость решения Адамара.                                      | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 15. Эволюция самоподдерживающихся волн в метастабильных системах, смена режимов распространения.        | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 16. Примеры: переход горения в детонацию в газах и гетерогенных средах, вскипание перегретых жидкостей. | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 17. Фундаментальные проблемы в задаче повышения нефтеотдачи пластов. Исследование трещин гидроразрыва   | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 18. . Неустойчивость вытеснения вязкой жидкости из пористой среды менее вязкой жидкостью                | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 19. Текущий контроль успеваемости (собеседование в устной форме)                                        | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 20. Вынужденные колебания пластины в                                                                    | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |

|                                                                                                                                                   |   |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| идеальной несжимаемой жидкости                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 21. Предотвращение возникновения газовых гидратов в трубопроводах                                                                                 | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 22. Движение вязкой несжимаемой жидкости при малых нормальных колебаниях ее границ                                                                | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 23. Моделирование течений в поровом пространстве при помощи сетевой модели                                                                        | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 24. Движение жидкости внутри цилиндрической оболочки                                                                                              | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 25. Метод разрывных смещений для моделирования криволинейных трещин                                                                               | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 26. Гидродинамические аспекты разработки сланцевых месторождений газа                                                                             | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 27. Моменты вязкого трения, действующие на прецессирующий сосуд                                                                                   | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 28. Исследование полей напряжения в условиях ударного воздействия в упругопластической среде                                                      | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 29. Разложение газовых гидратов в пористой среде при депрессионном воздействии                                                                    | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 30. Коэффициенты интенсивности напряжений при численном решении задач механики трещин                                                             | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 31. Всплытие сферы в поле сил тяжести                                                                                                             | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 32. Применение метода конечных разностей для расчета напряжений в диске с центральным отверстием при импульсном воздействии по внутренней границе | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 33. Вынужденные и свободные поперечно-продольные колебания струн клавишных инструментов                                                           | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |

|                                                                                                                    |     |   |   |   |                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|---|---|------------------------------------------------------------------------|
| 34. Численное моделирование пробивания ударником оболочки космического аппарата. Основы численного метода Годунова | 4   | 0 | 2 | 2 | 2                                                                      |
| 35. Движение сферы в жидкости параллельно плоской границе                                                          | 4   | 0 | 2 | 2 | 2                                                                      |
| 36. Радиальное вытеснение вязкой жидкости из ячейки Хеле-Шоу со стоком                                             | 4   | 0 | 2 | 2 | 2                                                                      |
| Промежуточная аттестация <u>зачёт</u> _____                                                                        | 4   |   |   |   |                                                                        |
| <b>Итого</b>                                                                                                       | 144 |   |   |   |                                                                        |
|                                                                                                                    |     |   |   |   | (количество часов, **<br>отведенных на<br>промежуточную<br>аттестацию) |
|                                                                                                                    |     |   |   |   |                                                                        |

*\*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.

#### Вопросы к собеседованию 1

1. Уравнение Бюргерса. Подстановка Коула-Хонфа. Структура ударной волны.
2. Волны на «мелкой воде». Уравнение Кортевега - де Фриза. Солитоны, «солитонные законы сохранения».
3. Другие солитонные уравнения: Шредингера,  $\sin$  - Гордона, Буссинеска, Уизема.

Физические задачи, приводимые к этим уравнениям.

#### Вопросы к собеседованию 2

1. Распространение волн в однонаправленных потоках. Волны Римана, скачки уплотнения, применимость решения Адамара.
2. Эволюция самоподдерживающихся волн в метастабильных системах, смена режимов распространения. Примеры: переход горения в детонацию в газах и гетерогенных средах, вскипание перегретых жидкостей.
3. Фундаментальные проблемы в задаче повышения нефтеотдачи пластов.
4. Распространение трещин гидроразрыва в упругих и упругопластических средах.
5. Неустойчивость вытеснения вязкой жидкости из пористой среды менее вязкой жидкостью.

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

1. Уравнение Бюргерса. Подстановка Коула-Хонфа. Структура ударной волны.
  2. Волны на «мелкой воде». Уравнение Кортевега - де Фриза. Солитоны, «солитонные законы сохранения».
  3. Другие солитонные уравнения: Шредингера,  $\sin$  - Гордона, Буссинеска, Уизема.
- Физические задачи, приводимые к этим уравнениям.
4. Распространение волн в однонаправленных потоках. Волны Римана, скачки уплотнения, применимость решения Адамара.
  5. Эволюция самоподдерживающихся волн в метастабильных системах, смена режимов распространения. Примеры: переход горения в детонацию в газах и гетерогенных средах, вскипание перегретых жидкостей.
  8. Фундаментальные проблемы в задаче повышения нефтеотдачи пластов.
    - (a) Распространение трещин гидроразрыва в упругих и упругопластических средах.
    - (b) Неустойчивость вытеснения вязкой жидкости из пористой среды менее вязкой жидкостью.



| ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)                                                                                                |                                         |                                                                |                                                                                                                            |                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Оценка<br>РО и<br>соответствующие<br>виды оценочных<br>средств                                                                                                              | 2                                       | 3                                                              | 4                                                                                                                          | 5                                                                     |
| <b>Знания</b><br>(виды оценочных<br>средств: устные и<br>письменные опросы и<br>контрольные работы,<br>тесты, и т.п. )                                                      | Отсутствие знаний                       | Фрагментарные знания                                           | Общие, но не<br>структурированные знания                                                                                   | Сформированные<br>систематические знания                              |
| <b>Умения</b><br>(виды оценочных<br>средств:<br>практические<br>контрольные задания,<br>написание и защита<br>рефератов на<br>заданную тему и т.п.)                         | Отсутствие умений                       | В целом успешное, но не<br>систематическое умение              | В целом успешное, но<br>содержащее отдельные<br>пробелы умение (допускает<br>неточности<br>непринципиального<br>характера) | Успешное и<br>систематическое умение                                  |
| <b>Навыки<br/>(владения, опыт<br/>деятельности)</b><br>(виды оценочных<br>средств: выполнение и<br>защита курсовой<br>работы, отчет по<br>практике, отчет по<br>НИР и т.п.) | Отсутствие навыков<br>(владений, опыта) | Наличие отдельных навыков<br>(наличие фрагментарного<br>опыта) | В целом, сформированные<br>навыки (владения), но<br>используемые не в активной<br>форме                                    | Сформированные навыки<br>(владения), применяемые<br>при решении задач |

#### 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной литературы
- 1. Габов С. А. Введение в теорию нелинейных волн. — М.: Из-во МГУ, 1988.

- 2. Кудряшова Н. А. Аналитическая теория нелинейных дифференциальных уравнений. — М.: Из-во МИФИ, 2002.
- 3. Ньюэлл А. Солитоны в математике и физике. — Мир, 1989.
- 4. Додд Р., Гиббон Дж., Моррис Х., Эйлбек Дж. Солитоны и нелинейные волно-вые уравнения. — М.: Мир, 1988.
- 5. Зверев И. Н., Смирнов Н. Н. Газодинамика горения. — М.: Из-во МГУ, 1987.
- 6. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. — М.: Из-во Мир, 1977.
- 7. Смирнов Н. Н., Зверев И. Н. Гетерогенное горение. — М.: Из-во МГУ, 1992.

9. Язык преподавания.  
Русский.

10. Преподаватель (преподаватели).  
Натяганов Владимир Леонидович  
Шамина Анастасия Александровна

11. Автор (авторы) программы.  
Смирнов Николай Николаевич  
Звягин Александр Васильевич  
Натяганов Владимир Леонидович  
Шамина Анастасия Александровна