

Министерство науки и высшего образования РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и ИКТ

С.А. Матвеев

2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.1.1 ОСНОВЫ МЕХАНИКИ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ

*(наименование дисциплины)*

### НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:

01.06.01 -- математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации)  
*(указывается код и наименование направления подготовки)*

### НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ (ПРОФИЛЬ):

01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

*(указывается наименование направленности)*

КВАЛИФИКАЦИЯ: Исследователь. Преподаватель-исследователь

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: очная, заочная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ: зачет

*(Зачет / Дифференцированный зачет / Экзамен)*

Санкт-Петербург, 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)


01.06.01 Математика и механика

Программу составили: кафедра А9 "Плазмогазодинамика и теплотехника"

Емельянов В.Н., зав. каф., д.т.н., проф. 


Тетерина И.В., доц., к.т.н. 

Эксперт(ы): *Заместитель начальника проектного отдела АО ЦКБ МТ «Рубин»,  
г.т.н. Сухоручков А.А.*

  
Программа рассмотрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы А9 "Плазмогазодинамика и теплотехника", протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Заведующий кафедрой, д.т.н., проф.  /Емельянов В.Н./

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП) 01.00.00 Математика и механика, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Председатель УМК по УГНиСП, д.ф.-м.н., проф.  /Соколов Е.И./

Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 10 2018 г.

Директор библиотеки  /Сесина Н.В./

## 1 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю),

Дисциплина «Модели механики сплошной среды» имеет своей целью углубить знания аспирантов о современных подходах к описанию задач механики сплошной среды, о методах решения задач, возникающих при изучении движения сплошной среды. Особое внимание уделено описанию двухфазных течений.

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих общих для направления компетенций:

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1).

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

- способностью самостоятельно работать в среде современных пакетов вычислительного моделирования (CAD, CAE системы) при решении задач научных исследований в области механики жидкости, газа и плазмы, и готовностью к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного эксперимента (ПК-1).

- способностью собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области науки и техники, способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений механики жидкости газа и плазмы в своей научно-исследовательской деятельности (ПК-5);

- способностью свободно владеть фундаментальными разделами математики и механики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач механики жидкости, газа и плазмы (ПК-6).

В результате освоения дисциплины (модуля) аспиранты будут знать:

- общее понятие о моделях механики сплошной среды, представления об основных подходах описания, основных методах замыкания, представления о совокупности подходов вычислительного воспроизведения и моделирования течений, современном состоянии средств вычислительного моделирования;

уметь:

- определять достоинства и недостатки основных подходов теоретического описания течений, строить модели, учитывающие особенности конкретных течений;

- выбрать способ моделирования и провести расчет характеристик течения средствами современного инженерного моделирования в среде пакетов CAE-CAD-CAM технологии

владеть:

- навыками моделирования течений и процессов тепломассопереноса в турбулентных потоках, в том числе двухфазных, средствами пакетов современной вычислительной технологии

### 3. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины (модуля)

Распределение трудоемкости учебной работы в таблицах представлено для очной и заочной форм обучения в аспирантуре в следующем формате:

число акад. часов для очной формы / число акад. часов для заочной формы.

#### 3.1 Виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Трудоемкость, акад. час
Аудиторные занятия, в том числе:	18/4
Лекционные занятия (ЛЗ)	18/4
Самостоятельная работа (СР), в том числе:	126/140
Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ (РИР)	24/24
Всего:	144/144

#### 3.2. Содержание дисциплины (модуля) по разделам и видам учебной работы

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)							РИР
		всего	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1. Теория напряжений в сплошной среде. Элементы тензорного исчисления. Понятие аффинного ортогонального тензора. Свойства тензоров и операции с тензорами. Тензор производной от вектора по радиусу-вектору. Главные значения и инварианты. Понятие расхождения тензора. Тензор напряжений. Уравнения движения	24/24	4/1					20/ 23	



№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)						РИР	
		всего	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К		СР
	частицами. Особенности модели. Пересечение траекторий. Поверхности разрыва. Пелены. Траекторный подход. Дискретно- траекторный метод пробных частиц. Уравнения движения и тепломассообмена дисперсной фазы. Методы учета взаимовлияния. Численная реализация моделей. Расчет источниковых членов. Схемы расчета. Примеры численного моделирования двухфазных потоков. Варианты дискретно-траекторного подхода. Детерминированный и статистический подходы. Кинетический подход. Основные положения кинетического подхода. Обоснование основных положений. Давление, создаваемое частицами. Броуновское движение. Столкновение частиц.								
4	<b>Раздел 4. Моделирование в пакетах          современных вычислительных          технологии</b> Структуры пакетов. Реализованные возможности. Пре- и постпроцессинг. Этапы вычислительного моделирования прикладных задач в пакетах. Моделирование течений в среде пакетов. Примеры решения практических задач.	48/48	6/0					32/ 38	10/10
	Итого:	144/1 44	18/ 4					102/ 116	20/20

*Примечание:* ЛЗ – лекционное занятие, НПЗ – научно-практические занятия, ИЛЗ – исследовательские лабораторные занятия работа, С – семинары, К – индивидуальные консультации; СР – самостоятельная работа обучающихся;

### 3.3 Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 3

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во часов	Литература
1	1-2	Элементы тензорного исчисления. Понятие аффинного ортогонального тензора. Свойства тензоров и операции с тензорами. Тензор производной от вектора по вектору. Главные значения и инварианты. Понятие расхождения	4/1	1

Таблица 7

Задания	Срок выдачи (№ недели)	Срок сдачи (№ недели)	Номера разделов дисциплины (модуля)
Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ (РИР)	3	16	Разделы 3-4

## 5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию в форме зачета.

### 5.1 Текущий контроль успеваемости по дисциплине

Контрольные мероприятия текущего контроля

Таблица 8

Вид контрольного мероприятия	Наименование	Срок проведения (№ недели)	Контролируемый объем (№№ разделов)
Устный опрос	-	10	1-2
Защита отчета по исследовательскому заданию			3-4

### 5.2 Оценочные средства промежуточной аттестации

Для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине образован фонд оценочных средств в виде контрольных вопросов.

Примерные контрольные вопросы:

1. Элементы тензорного исчисления. Понятие аффинного ортогонального тензора. Свойства тензоров и операции с тензорами. Главные значения и инварианты.
2. Тензор напряжений. Уравнения движения сплошной среды в напряжениях. Перемещение точек сплошной среды.
3. Тензор деформаций. Связь напряжений и деформаций для упругого тела. Обобщенный закон Гука. Упругие константы.
4. Энергия упругой деформации.
5. Напряжения в вязкой движущейся среде.
6. Тензор скоростей деформаций.
7. Тензор напряжений для вязкой ньютоновской жидкости.
8. Законы сохранения: интегральная форма.
9. Законы сохранения: дифференциальная форма.
10. Классификация уравнений.
11. Постановка краевых задач.
12. Модели механики сплошной среды.
13. Стандартная кривая сопротивления сферы в газовом потоке. Коэффициент

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Основная литература:

Таблица 9

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1.	Емельянов В.Н.	Механика сплошной среды: теория напряжений и основные модели	М: Издательство Юрайт. 162 с.	2018
2.	Волков К.Н., Емельянов В.Н.	Течения газа с частицами.	М.: Физматлит, 2008. – 608 с. ISBN: 978-5-9221-1000-	2008
3.	Волков К.Н., Емельянов В.Н.	Газовые течения с массоподводом в каналах и трактах энергоустановок	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 464 с. – ISBN: 978-5- 9221-1350-2	2011
4.	Волков К.Н., Емельянов В.Н.	Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 468 с. ISBN 978-5-9221-1438-7	2012

### 6.2 Дополнительная литература:

Таблица 10

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
5.	Нигматулин Р.И.	Динамика многофазных сред. В 2-х т.	М.: Наука, 1987	1987
6.	К.Н. Волков, В.Н. Емельянов.	Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях.	М.: Физматлит, 2010. – 488 с.	2010
7.	Волков К.Н., Дерюгин Ю.Н., Емельянов В.Н., Карпенко А.Г., Козелков А.С., Тетерина И.В.	Методы ускорения газодинамических расчетов на неструктурированных сетках / Под ред. проф. В.Н. Емельянова.	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 536 с.	2013

## 7.2 Средства обеспечения освоения дисциплины

- электронные версии разделов конспекта лекций и иного методического материала
- набор мультимедийных презентаций, демонстрирующих развитие гидрогазодинамических и тепломассообменных процессов в различных технических объектах, полученное средствами вычислительного моделирования. Презентации оформлены в виде компьютерных представлений с включением в них мультимедийных элементов
- пакет прикладных программ MATLAB
- пакеты программ CAE-технологий, имеющиеся на кафедре А9 в лицензионном пользовании. Состав пакетов, доступных для лицензионного использования меняется в соответствии с получением или истечением срока лицензии.