

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.1.2 ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ  
МЕХАНИКИ ЖИДКОСТИ И ГАЗА

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:

01.06.01 – математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации)

НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ:

01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

КВАЛИФИКАЦИЯ: Исследователь. Преподаватель-исследователь

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: очная, заочная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ: зачет

Санкт-Петербург, 2018

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 УЗБ МТ «Рубин»,  
г.п.ч. Сухоруков 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)

Целью дисциплины (модуля) является формирование у аспирантов уровня знаний, необходимого для решения практических задач механики сплошной среды средствами современных информационных технологий.

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).

В результате освоения дисциплины (модуля) аспиранты будут

**знать:** основные понятия и определения в области современных вычислительных технологий; основные понятия о реализации вычислительного эксперимента; понятия о сходимости, устойчивости и аппроксимации разностных схем; понятия о технологиях вычислительного моделирования в области механики сплошной среды – методах разностных схем, конечных объемов, конечных элементов; этапы подготовки, планирования, организации и проведения вычислительного эксперимента; законы сохранения в интегральной и дифференциальной форме, разностная аппроксимация дифференциальных и интегральных уравнений; теоретические основы вычислительного моделирования процессов в гидроаэродинамике, механике деформируемого твердого тела и теплотехнике, методы и средства научных исследований, функциональную схему пакетов вычислительного моделирования;

**уметь:**

ставить краевые задачи в среде современных пакетов вычислительного моделирования; уметь работать в среде современных пакетов вычислительного моделирования;

**владеть:**

способностью и готовностью проводить работы по вычислительному моделированию задач механики сплошной среды, оценивать результаты исследований; способностью проводить вычислительный эксперимент и давать заключение о характере процессов в проектируемых объектах.

**приобретут опыт деятельности:**

профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного эксперимента.



### 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	Р
		всего	очная форма обучения							
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	СР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	<b>Раздел 1. Модели механики сплошной среды.</b> Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Технологии и этапы. Законы сохранения, интегральная и дифференциальная форма. Классификация уравнений. Постановка краевых задач. Модели механики сплошной среды.	12/12	2/0	-	-	-	-	10/12	-	-
2	<b>Раздел 2. Дискретизация уравнений механики сплошной среды.</b> Методы дискретизации уравнений: метод конечных разностей, метод конечных объемов, метод конечных элементов. Разностные схемы. Дискретизация по времени: явные, неявные и смешанные явно-неявные схемы. Дискретизация по пространству. Основные схемы метода конечных объемов. Расчетные сетки. Классификация расчетных сеток (регулярные, блочные, неструктурированные, гибридные, подвижные, адаптивные). Методы построения расчетных сеток в физической области.	28/28	4/2	-	-	-	-	16/18	4/4	4/4
3	<b>Раздел 3. Технологии вычислительного моделирования.</b> Многосеточные технологии. Алгебраические и геометрические	28/28	4/0	-	-	-	-	20/24		4/4

### 3.3 Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 3

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во часов	Литература
Раздел 1. Модели механики сплошной среды	1	Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Технологии и этапы. Законы сохранения, интегральная и дифференциальная форма. Классификация уравнений. Постановка краевых задач. Модели механики сплошной среды.	2/0	1,2,4
Раздел 2. Дискретизация уравнений механики сплошной среды	2	Методы дискретизации уравнений: метод конечных разностей, метод конечных объемов, метод конечных элементов. Разностные схемы. Дискретизация по времени: явные, неявные и смешанные явно-неявные схемы. Дискретизация по пространству. Основные схемы метода конечных объемов.	2/1	1,4,6
Раздел 2. Дискретизация уравнений механики сплошной среды	3	Расчетные сетки. Классификация расчетных сеток (регулярные, блочные, неструктурированные, гибридные, подвижные, адаптивные). Методы построения расчетных сеток в физической области.	2/1	1,4
Раздел 3. Технологии вычислительного моделирования	4-5	Многосеточные технологии. Алгебраические и геометрические подходы. Параллельные технологии вычисления. Многопроцессорные системы. Вычисления на графических процессорах	4/0	4,5
Раздел 4. Реализация численных методов	6	Применение вычислительных технологий для решения прикладных задач. Методы численного моделирования. Алгоритмы решения уравнений механики сплошной среды численными методами.	2/1	4,5
Раздел 4. Реализация численных методов	7	Постановка задачи вычислительного моделирования. Последовательность действий. Выбор допущений и упрощений при постановке прикладной задачи.	2/1	4,8
Раздел 5. Современные	8	Пакеты CAD, CAE-технологий моделирования: Ansys, Numeca.	2/0	4,5

Защита отчета по исследовательскому заданию	-	17	2, 5
---	---	----	------

## 5.2 Оценочные средства промежуточной аттестации

Для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине образован фонд оценочных средств в виде контрольных вопросов, примерных тем рефератов.

Список контрольных вопросов:

1. Математическое моделирование физических процессов. Технологии и этапы.
2. Законы сохранения в интегральной форме
3. Законы сохранения в дифференциальной форме
4. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными
5. Постановка краевых задач. Корректность краевой задачи.
6. Системы уравнений механики, используемые в численных методах
7. Модельные уравнения. Модельные задачи
8. Методы дискретизации уравнений
9. Метод конечных разностей
10. Метод конечных объемов
11. Метод конечных элементов
12. Разностные схемы: явные и неявные
13. Дискретизация по времени
14. Дискретизация по пространству
15. Свойства разностных схем
16. Сетки и сеточные функции
17. Классификация расчетных сеток
18. Методы построения расчетных сеток в физической области
19. Многосеточные технологии
20. Параллельные технологии вычислений
21. Вычисления на графических процессорах
22. Алгоритм численного решения уравнений механики сплошной среды
23. Постановка задачи вычислительного моделирования
24. Пакеты CAD-технологий моделирования
25. Пакеты CAE-технологий моделирования
26. Этапы вычислительного моделирования прикладных задач в среде пакетов
27. Этапы физического эксперимента
28. Методы и подходы физического эксперимента
29. Особенности сопоставления результатов физического и вычислительного эксперимента
30. Вопросы взаимозаменяемости физического и вычислительного экспериментов

Список примерных тем рефератов:

1. Основные уравнения механики сплошной среды.



- разработка и постановка электронной версии презентации при подготовке к докладу по теме реферата;
- взаимодействие с преподавателем вне часов расписания занятий посредством сети Интернет;
- пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы);
- специализированное ПО (CAE-технологии, имеющиеся на кафедре А9 в лицензионном пользовании. Состав пакетов, доступных для лицензионного использования меняется в соответствии с получением или истечением срока лицензии);
- электронная библиотека фундаментальных изданий по теме дисциплины.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Основная литература:

Таблица 9

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1	Емельянов В.Н.	Численные методы: введение в теорию разностных схем	М: Издательство Юрайт. 188 с.	2018
2	Емельянов В.Н.	Механика сплошной среды: теория напряжений и основные модели	М: Издательство Юрайт. 162 с.	2018
3	Волков К.Н., Емельянов В.Н.	Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 488 с. ISBN 978-5-9221-1182-9	2010
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
5	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
6	Волков К.Н., Дерюгин Ю.Н., Емельянов В.Н., Козелков А.С., Тетерина И.В.	Разностные схемы в задачах газовой динамики на неструктурированных сетках / Под ред. проф. В.Н. Емельянова и д.ф.-м.н. К.Н. Волкова	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 416 с.	2014

- 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
- комплекс средств инженерного анализа ANSYS
- 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.