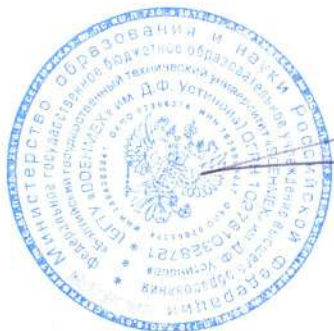


Министерство образования и науки РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.  
Устинова»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и ИКТ

С.А. Матвеев

« 20 » 10 2016 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Технологии компьютерного проектирования и инженерного анализа  
(наименование дисциплины)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:

**24.06.01** **Авиационная и ракетно-космическая техника**

(указывается код и наименование направления подготовки)

НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ:

**05.07.02** **Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов**

(указывается наименование направленности)

КВАЛИФИКАЦИЯ: Исследователь. Преподаватель-исследователь

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: очно/заочная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ: зачет

(Зачет / Дифференцированный зачет / Экзамен)

Санкт-Петербург – 2016

## **1 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).**

Целью освоения дисциплины является получение знаний и практических навыков в области компьютерных технологий, необходимых для исследования и решения научных задач междисциплинарного характера в области проектирования, конструирования и производства летательных аппаратов, двигательных установок, узлов, агрегатов и систем.

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций, определяемых направленностью (профилем) программы аспирантуры в рамках направления подготовки:

- способностью и готовностью разрабатывать математические модели, описывающие процессы, происходящие в разрабатываемых ракетно-космических комплексах, выбирать методы их решений и анализировать полученные результаты (ПК-5);

В результате освоения дисциплины (модуля) студенты будут знать:

- возможности компьютерных технологий и особенности их применения для междисциплинарного анализа объектов в области авиационной и ракетно-космической техники;
- методы математического и численного моделирования, применяемые при создании и использовании компьютерных моделей;
- современные компьютерные среды для междисциплинарного анализа объектов авиационной и ракетно-космической техники;

уметь:

- построить модель исследуемого объекта, процесса или конструкции для анализа ее методом конечных элементов;
- работать в среде конечно-элементных программных сред, получать решение и интерпретировать полученные результаты;

владеть:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;

приобретут опыт деятельности:

- в области проектирования и осуществления комплексных междисциплинарных исследований;
- в области разработки новых методов компьютерного моделирования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры**

Дисциплина относится к базовым дисциплинам программы аспирантуры.

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единиц (з.е.) или 72 академических часов (час) для очной и заочной форм обучения, в том числе 36/18 час аудиторных занятий и 36/54 час самостоятельной работы.

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

#### 3.1 Виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Трудоемкость, акад. час
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	
Лекционные занятия (ЛЗ)	12/7
Научно-практические занятия (НПЗ)	18/8
Семинары (С)	
Индивидуальные консультации (К)	6/3
<b>Самостоятельная работа (СР), в том числе <sup>*)</sup>:</b>	
Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ (РИР)	10/16
Выполнение отдельных исследовательских заданий (ИЗ)	18/24
Подготовка рефератов (Р)	8/14
<b>Всего:</b>	<b>72/72</b>

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

Таблица 2

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)							Формы самостояте льной работы*)
		всего	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<b>Введение</b> 1.1. Предмет и задачи курса. 1.2. Обзор содержания дисциплины и рекомендуемая литература.	1/1	1/1						
2	<b>Математические и компьютерные модели</b> 2.1. Математические и компьютерные модели. Классификация математических моделей. 2.2. Задачи, решаемые компьютерным моделированием. 2.3. Расчетная схема и особенности ее реализации на компьютере	1/1	1/1						
3	<b>Математические модели механических конструкций</b> 3.1. Классификация силовых и тепловых нагрузок, действующих на механическую конструкцию. 3.2. Модели и свойства материалов. 3.3. Дифференциальная и вариационная формулировка математической модели конструкции.	8/10	2/1				2/1	4/8	РИР, ИЗ



№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)						Формы самостояте льной работы*)	
		всего	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К		СР
	3.4. Вариационные принципы механики сплошных сред. 3.5. Основные этапы моделирования реакции конструкции на внешнее воздействие.								
4	<b>Вычислительная гидрогазодинамика.</b> 4.1. Физические модели. 4.2. Уравнения переноса свойств. 4.3. Численные модели переноса диффузии и конвекции. 4.4. Методы конечных разностей. 4.5. Метод конечных объемов. 4.6. Метод давления для несжимаемых жидкостей. 4.7. Метод частиц в ячейках и метод крупных частиц. 4.8. Моделирование распространения ударных волн. 4.9. Связанные задачи гидрогазодинамики.	16/12	2/1	8/3			2/1	4/7	РИР, ИЗ
5	<b>Метод конечных элементов</b> 5.1. История создания МКЭ. 5.2. Этапы решения задачи по методу конечных элементов. 5.3. Области применения МКЭ. 5.4. Технологии анализа конструкций из одномерных элементов. 5.5. Анализ конструкций из плоских и объемных элементов. 5.6. Пластины и оболочки. 5.7. Анализ устойчивости конструкций. 5.8. Динамика конструкций. 5.9. Комплексы программ для моделирования систем на основе МКЭ. 5.10. Технологии реализации МКЭ на компьютере.	24/21	2/1	8/4			2/1	12/15	РИР, ИЗ
6.	<b>Метод граничных элементов</b> 6.1. Функция Дирака и фундаментальные решения 6.2. Двумерный метод граничных элементов. 6.3. Численные процедуры для граничного интегрального уравнения. 6.4. Пространственный метод граничных элементов. 6.5. Сравнение МГЭ с МКЭ.	12/14	2/1	2/1				8/12	ИЗ, Р
7.	<b>Метод Монте-Карло</b> 7.1. Область применения метода. 7.2. Генерирование случайных чисел по равномерному и неравномерному распределению. 7.3. Моделирование жидкости методом Монте-Карло.	10/13	2/1					8/12	ИЗ, Р

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)							Формы самостояте льной работы*)
		всего	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	СР	
	7.4.Вычисление интегралов. 7.5. Решение уравнения Пуассона.								
	Итого:	72/72	12/ 7	16/8	-	-	6/3	36/54	РИР, ИЗ, Р

Примечание: ЛЗ – лекционное занятие, НПЗ – научно-практические занятия, ИЛЗ – исследовательские лабораторные занятия работа, С – семинары, К – индивидуальные консультации; СР – самостоятельная работа обучающихся; выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ (РИР); выполнение отдельных исследовательских заданий (ИЗ); подготовка рефератов (Р).

### 3.3 Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 3

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во часов	Литература
1,2	1	Предмет и задачи компьютерного моделирования	2/2	3,15
3	2	Математические модели механических конструкций	2/1	3,7,11,14
4	3	Методы вычислительной гидрогазодинамики	2/1	2,3
5	4	Метод конечных элементов	2/1	4,5,6,10,12,13
6	5	Метод граничных элементов	2/1	15
7	6	Метод Монте-Карло	2/1	1
Итого:			12/7	

Тематика научно-практических (или семинарских) занятий\*)

Таблица 4

№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во часов	Литература
4	1	Метод давления для несжимаемых жидкостей.	4/1	2,3
	2			
	3			
	4			
5	5	Анализ конструкций из пластин и оболочек	4/2	5,6
	6			
	7			
	8			
6	9	Сравнение МГЭ с МКЭ	2/1	4,15
Итого:			18/8	

Программой дисциплины лабораторные занятия не предусмотрены.

### 3.4 Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах

В активной и интерактивной форме проводятся аудиторные учебные занятия по отдельным разделам и темам дисциплины, указанным в табл. 6

Таблица 6

№ раздела	Вид аудиторного занятия в активной и/или интерактивной форме и его тематика	Кол-во часов
--------------	--	-----------------



1,2	ЛЗ- Предмет и задачи компьютерного моделирования	2/0
3	ЛЗ- Математические модели механических конструкций	0/2
4	ЛЗ- Методы вычислительной гидрогазодинамики	0/2
5	ЛЗ- Метод конечных элементов	0/2
6	ЛЗ- Метод граничных элементов	0/2
7	ЛЗ- Метод Монте-Карло	0/2
4	НПЗ- Метод давления для несжимаемых жидкостей	0/4
4	НПЗ- Связанные задачи гидрогазодинамики	0/4
5	НПЗ- Анализ конструкций из пластин и оболочек	0/4
5	НПЗ- Связанные задачи динамики конструкций	0/4
6	С- Сравнение МГЭ с МКЭ	0/2
Итого:		2/28

#### 4. Перечень заданий для самостоятельной работы\*

Таблица 7

Задания	Срок выдачи (№ недели)	Срок сдачи (№ недели)	Номера разделов дисциплины (модуля)
Выполнение комплексной расчетно-исследовательской работы (РИР)	1	3	3.2
Выполнение исследовательского задания (ИЗ)	1	3	3.4
Выполнение комплексной расчетно-исследовательской работы (РИР)	2	4	4.8
Выполнение исследовательского задания (ИЗ)	2	4	4.5
Выполнение комплексной расчетно-исследовательской работы (РИР)	4	8	5.5
Выполнение исследовательского задания (ИЗ)	4	8	5.7
Выполнение исследовательского задания (ИЗ)	8	10	6.3
Выполнение исследовательского задания (ИЗ)	10	12	7.2
Подготовка реферата (Р)	12	14	6.4.
Подготовка реферата (Р)	14	16	7.3.

#### 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)
Собеседование	Численные и математические модели	3, 4, 8, 12, 15	3.4, 4.5, 5.7, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3
Защита отчета по исследовательскому заданию	Численная симуляция систем	3, 4, 8	3.2, 4.8, 5.5

## 5.2 Оценочные средства промежуточной аттестации

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

## 6. Образовательные технологии по дисциплине

Обучение по дисциплине ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Потоково-групповые лекции и лекции-консультации** с широким использованием информационно-телекоммуникационных технологий.

**Метод учебного проектирования и работа в команде** при выполнении заданий на научно-практических занятиях.

**Междисциплинарное обучение** – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе следующих интерактивных форм проведения занятий:

- компьютерные симуляции анализа процессов в режиме реального времени;
- разбор конкретных примеров;
- использование мультимедийных средств обучения.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет более 90% аудиторных занятий.

Используются следующие виды организации учебного процесса для достижения знаний, умений, навыков и компетенций, предусмотренных образовательным процессом по дисциплине:

**Научно-практическое занятие** – практическая работа студентов под руководством преподавателя, связанная с использованием персонального компьютера для имитационного моделирования и анализа механических конструкций, направленных на приобретение новых фактических знаний и теоретических умений.

**Самостоятельная работа** – изучение студентами теоретического материала, подготовка к научно-практическим занятиям, оформление конспектов практических занятий, написание отчетов по комплексным расчетно-исследовательским работам; выполнение отдельных исследовательских заданий; подготовка рефератов.

Работа в электронной образовательной среде для приобретения новых теоретических и фактических знаний, теоретических и практических умений.

**Консультация, тьюторство** – индивидуальное общение преподавателя со студентом, руководство его деятельностью с целью передачи опыта, углубления теоретических и фактических знаний, приобретенных студентом на практических занятиях и в результате самостоятельной работы.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

1. Облачные хранилища данных.
2. Локальная сеть университета.
3. Глобальная сеть Интернет.



## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература:

Таблица 9

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания*
1	Бызов Л.Н., Савельев С. К., Степанов М.М.	Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач	БГТУ «Военмех». – СПб	2008
2	Волков К.Н., Емельянов В.Н.	Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа	М.: Физматлит	2012
3	Павлов А.С.	Метод конечных элементов в статике стержневых конструкций: курс лекций	БГТУ «Военмех». – СПб	2013
4	Погорелов В.И.	Строительная механика тонкостенных конструкций: уч. пособие	БХВ-СПб	2007
5	Погорелов В.И.	Нагрузки и нагрев беспилотных летательных аппаратов	БГТУ «Военмех». – СПб	2010
6	Погорелов В.И.	Строительная механика: практикум на ANSYS	БГТУ «Военмех». – СПб	2014
7	Санников В.А.	Решение уравнений математической физики методом конечных элементов.	БГТУ «Военмех». – СПб	2011

### 7.2 Дополнительная литература:

Таблица 10

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1	Погорелов В.И.	Прочность и устойчивость тонкостенных конструкций: уч. пособие	БГТУ «Военмех». – Изд. 2-е, испр. и доп. – СПб	2005
2	Самарский А.А.	Введение в численные методы: уч. пособие.	СПб.: Лань	2005
3	Реслер, Иоахим	Механическое поведение конструкционных материалов: учебное пособие для вузов	Долгопрудный: Интеллект	2011
4	Рыжиков Ю.И.	Имитационное моделирование: теория и технологии	Корона принт; М.: Альтекс, СПб	2004
5	Гладкий В.Ф	Динамика конструкции летательного аппарата	- М. «Наука»	1969
6	Зенкевич О.С.	Метод конечных элементов в технике.	Мир. – М.:	1975
7	Образцов И.Ф., Савельев И.М. Хазанов Х.С.	Метод конечных элементов в задачах строительной механики летательных аппаратов	– М. «Высшая школа»	1985
8	Сегерлинд Д.	Применение метода конечных элементов	– М.: Мир	1979

### 7.3 Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы:

1. Электронная библиотека БГТУ (адрес доступа: [www.voenmeh.ru/library](http://www.voenmeh.ru/library)).
2. Информационно справочная система БГТУ.



3. Облачные хранилища данных, создаваемые преподавателем в Интернет.
4. Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com>
5. Электронно-библиотечная система IPRbooks [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru).

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Специализированные лаборатории (в том числе научные) и классы, основное учебное оборудование (комплексы, установки и стенды).**

1. Лекционные занятия:
  - 1) комплект электронных презентаций/слайдов;
  - 2) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).
2. Научно-практические работы:
  - 1) компьютерный класс;
  - 2) презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук;
  - 3) пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы);
  - 4) специализированное ПО.
3. Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

### **8.2 Средства обеспечения освоения дисциплины**

1. Для проведения лекций и научно-практических занятий необходимы программы Microsoft Office.
2. Для выполнения научно-практических работ и самостоятельной работы необходим конечно элементный аналитический пакет, установленный на персональных компьютерах.