

УТВЕРЖДЕНО
 решением Ученого совета факультета математики,
 информационных и авиационных технологий
 от «13» 09 2016 г. протокол № 816
 Председатель А.С. Андреев
 (подпись, расшифровка подписи)
 «13» 09 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина:	Введение в численные методы
Наименование кафедры:	Математического моделирования технических систем (ММТС) аббревиатура

Направление подготовки: 27.06.01 – Управление в технических системах
 (код направления подготовки, полное наименование)

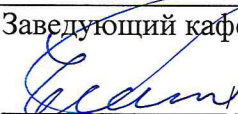
Профиль (направленность): Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)
 (код профиля (направленности), полное наименование)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: «15» 09 2016 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1416 от 09.06 2017 г.
 Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № ___ от ___ 20__ г.
 Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № ___ от ___ 20__ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Аббревиатура кафедры	Ученая степень, звание
Леонтьев Виктор Леонтьевич	ММТС	Д.ф.-м.н., профессор

СОГЛАСОВАНО	
Заведующий кафедрой	
	Ю.В. Полянсков /
(Подпись)	(ФИО)
« 07 » 09	20 16 г.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Введение в численные методы» имеет своей целью освоение аспирантом знаний и умений, необходимых для самостоятельного выполнения научных исследований, и для организации деятельности научных коллективов и для проведения государственного (кандидатского) экзамена по специальной дисциплине.

Задачей дисциплины является приобретение навыков использования понятийного аппарата вычислительной математики, получение представлений об основных численных методах, а также изучение основ теории численных методов, элементов теории сплайнов и вейвлетов, алгоритмов численных методов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Рабочая программа по курсу «Введение в численные методы» составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами ВО (уровень – подготовка кадров высшей квалификации) по соответствующему направлению ФГОС.

Дисциплина «Введение в численные методы» (Б1.В.ДВ.1.2) является дисциплиной по выбору, входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части ОПОП по направлению подготовки 27.06.01 – Управление в технических системах, направленность 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе изучения таких дисциплин, как: «Общие проблемы философии науки», «Философия технических наук. История техники», «Методология и методы НИ», а также дисциплин, изучаемых на предыдущих уровнях образования. Взаимосвязь курса с другими дисциплинами ОПОП способствует углубленной подготовке аспирантов к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Аспиранты, завершившие изучение дисциплины «Введение в численные методы», должны обладать следующими компетенциями:

- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способностью к аргументированному представлению научной гипотезы, выделяя при этом правила соблюдения авторских прав, способностью отстаивать позиции авторского коллектива с целью соблюдения указанных прав в интересах как творческого коллектива, так и организации в целом (ОПК-1);
- владением способами математического моделирования физических свойств механических конструкций (ПК-1);
- способностью реализовывать эффективные численные методы и алгоритмы в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента. (ПК-2);
- способностью реализовывать новые математические методы и алгоритмы проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурного эксперимента (ПК-3).

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

- знать:*
- проекционные и вариационные методы, сеточные методы, метод коллокаций, метод граничных элементов, метод конечных элементов.
- уметь:*
- использовать алгоритмы численных методов при решении краевых задач.
- владеть:*
- Навыками исследовательской работы.

- использовать алгоритмы численных методов при решении краевых задач.
- владеть:
- Навыками исследовательской работы.
 - Навыками использования научной, учебной и справочной литературы для поиска необходимой информации.
 - Теоретическим материалом, иметь опыт его использования при решении задач.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 (четыре) зачетных единиц (144 часа)

4.2. По видам учебной работы (в часах)

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения: очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		6
1	2	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем	24	24
Аудиторные занятия:	24	24
Лекции	8	8
практические и семинарские занятия	16	16
лабораторные работы (лабораторный практикум)	-	-
Самостоятельная работа	120	120
Текущий контроль (количество и вид: конт. работа, коллоквиум, реферат)	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачет	зачет
Всего часов по дисциплине	144	144

4.3. Содержание дисциплины (модуля.) Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения: очная

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий			
		Аудиторные занятия		Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа
		лекции	практические занятия, семинар		
1	2	3	4	6	7
Раздел 1 Постановки краевых задач					
1. Постановки краевых задач в дифференциальной форме.	6.5	0.5	1		5
2. Постановки краевых задач в интегральной форме. Проекционные условия, вариационные принципы.	8	1	2		5
Раздел 2. Дискретизация, численные методы					
3. Дискретизация на основе	18	1	2		15

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

проекционных формулировок. Проекционные численные методы					
4. Дискретизация на основе вариационных принципов. Вариационные численные методы	18	1	2		15
5. Метод конечных разностей	23	1	2		20
6. Метод конечных элементов	47.5	2.5	5		40
7. Метод граничных элементов	11.5	0.5	1		10
8. Метод коллокаций	11.5	0.5	1		10
ИТОГО	144	8	16	-	120

5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Раздел 1. 1 Постановки краевых задач

1. Постановки краевых задач в дифференциальной форме.
2. Постановки краевых задач в интегральной форме. Проекционные условия, вариационные принципы.

Раздел 2. Дискретизация, численные методы

3. Дискретизация на основе проекционных формулировок. Проекционные численные методы
4. Дискретизация на основе вариационных принципов. Вариационные численные методы
5. Метод конечных разностей
6. Метод конечных элементов
7. Метод граничных элементов
8. Метод коллокаций

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1. 1 Постановки краевых задач

1. Постановки краевых задач в дифференциальной форме.
2. Постановки краевых задач в интегральной форме. Проекционные условия, вариационные принципы.

Раздел 2. Дискретизация, численные методы

3. Дискретизация на основе проекционных формулировок. Проекционные численные методы
4. Дискретизация на основе вариационных принципов. Вариационные численные методы
5. Метод конечных разностей
6. Метод конечных элементов
7. Метод граничных элементов
8. Метод коллокаций

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Выполнение лабораторных работ (лабораторных практикумов) учебным планом не предусмотрено.

8. ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Выполнение контрольных работ, рефератов учебным планом не предусмотрено.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА АСПИРАНТОВ

Самостоятельная подготовка к занятиям осуществляется регулярно по каждой теме дисциплины и определяется календарным графиком изучения дисциплины.

Основными видами самостоятельной работы являются: работа с учебной и справочной литературой, проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы, выполнение домашних работ и творческих заданий с привлечением специальной технической литературы и компьютерных технологий, подготовка отчетов и докладов по определенным вопросам для углубленного самостоятельного изучения.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся по дисциплине.

Критериями оценок результатов самостоятельной работы аспиранта являются: уровень освоения учебного материала, умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач, обоснованность и четкость изложения ответа.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Самарский А.А. Численные методы М: Наука 2009 (15 экз)
2. Семушин И.В. Численные методы алгебры и оценивание. УлГУ. 2011 (19 экз)
3. Леонтьев В.Л. Слайды, вейвлеты с компактными носителями и ортогональные финитные функции. Учебное пособие. УлГУ. 2004. (90 экз)
4. Леонтьев В.Л. Численные методы решения краевых задач. Учебное пособие. УлГУ. 2004. (79 экз)
5. Бурмистрова В.Г. Численные методы. УлГУ. 2009 (84 экз)

Дополнительная литература:

6. Стечкин С.П., Субботин Ю.П. Слайды в вычислительной математике. М.: Наука. 1976.
7. Чуи К. Введение в вейвлеты. М: Мир. 2001
8. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. М.-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика. 2001.
9. Лоран П.Ж. Аппроксимация и оптимизация. М.: Наука. 1975.
10. Стренг Г., Фикс Дж. Метод конечных элементов. М.: Мир. 1977.
11. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. М.: Мир. 1979.
12. Галлагер Р. Метод конечных элементов. М.: Мир. 1984.
13. Леонтьев В.Л. Метод конечных элементов теории упругости. Ульяновск: Изд-во СВНЦ. 1998.
14. 3. Леонтьев В.Л. Ортогональные финитные функции и численные методы. Ульяновск: УлГУ. 2003. (8 экз)

Программное обеспечение

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, офисный пакет приложений Microsoft Office, языки программирования C++, Object Pascal (Delphi), прикладные программы Mathcad, Matlab, Mathematica, Statistica Base for Windows v.6 Russian Education Сетевые версии, MathType Single User 5-9 Academic (Windows) и др.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронный каталог научной библиотеки УлГУ.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

2. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник {Электронный ресурс}. – Электр.дан. (7162 Мб: 473 378 документов). – {Б.И., 199-}

3. ConsultantPlus: справочно-поисковая система {Электронный ресурс}. – Электр.дан. (733 861 документов). – {Б.И., 199-}

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекционных занятий необходима лекционная аудитория с доской и возможностью демонстрации электронных презентаций при уровне освещения, достаточном для работы с конспектом.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

Приложение

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ФОС)

1. Перечень компетенций по дисциплине (модулю) или практике для обучающихся по направлению подготовки (профилю) с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

№ сем.	Наименование дисциплины (модуля) или практики	Индекс компетенции				
		ОПК-1	ПК-1	ПК-2	ПК-3	УК-4
1, 2	Иностранный язык (кандидатский экзамен)					+
1-8	Научные исследования	+	+	+	+	+
3	Методология науки и методы НИ	+				+
5	Научно-исследовательская	+	+	+	+	+
5, 7	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (кандидатский экзамен)	+	+	+	+	+
6	Введение в численные методы	+	+	+	+	+
6	Вейвлет-анализ	+	+	+	+	+
6	Теория колебаний	+	+	+	+	+
6	Строительная механика	+	+	+	+	+
8	Государственный экзамен		+	+	+	
8	Защита НКР (диссертации)	+	+	+	+	+

2. Требования к результатам освоения дисциплины

№ п/п	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
	УК-4	готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	Терминологическую базу, принятую в научном сообществе, в области численных методов	Выполнять поиск и анализ научной литературы по тематике исследования	Навыками составления научных текстов по тематике исследования
	ОПК-1	способностью к аргументированно му представлению научной гипотезы, выделяя при этом правила соблюдения авторских прав,	Отечественную и зарубежную специфику нормативно-правовых актов, регламентирующих проведение научных исследований и	Аргументирован но представлять научную гипотезу, выделяя при этом правила соблюдения авторских прав,	Навыками формлиения результатов научно-исследовате льской работы в законченной

		способностью отстаивать позиции авторского коллектива с целью соблюдения указанных прав в интересах как творческого коллектива, так и организации в целом	представление их результатов	способностью отстаивать позиции авторского коллектива с целью соблюдения указанных прав в интересах как творческого коллектива, так и организации в целом	форме, представляют и докладывать результаты научных исследований
	ПК-1	владением способами математического моделирования физических свойств механических конструкций	Теоретические основы математического моделирования физических свойств механических конструкций, алгоритмы численных методов	Создавать математические модели физических процессов и задавать краевые граничные условия	Навыками применения алгоритмом численных методов при решении задач динамики объектов исследования
	ПК-2	способностью реализовывать эффективные численные методы и алгоритмы в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента	Теоретические основы численных методов и алгоритмов	Создавать программы для ЭВМ, предназначенные для анализа динамики и прочности авиаприборов, с использованием математических моделей и алгоритмов численных методов	Навыками применения алгоритмом численных методов при решении задач динамики объектов исследования
	ПК-3	способностью разрабатывать новые математические методы и алгоритмы проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурного эксперимента	Теоретические основы математических методов и алгоритмов проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурного эксперимента	Анализировать данные натурных экспериментов и на основе полученных результатов проверять адекватность математических моделей	Навыками применения алгоритмом численных методов и сравнения полученных результатов с данными натурного эксперимента

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Тема 1. Постановки краевых задач в дифференциальной форме.	УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	Вопросы к зачету	1	Правильные ответы на поставленные вопросы
2	Тема 2. Постановки краевых задач в интегральной форме. Проекционные условия, вариационные принципы.	УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	Вопросы к зачету	2	Правильные ответы на поставленные вопросы
3	Тема 3. Дискретизация на основе проекционных формулировок. Проекционные численные методы	УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	Вопросы к зачету	3	Правильные ответы на поставленные вопросы
4	Тема 4. Дискретизация на основе вариационных принципов. Вариационные численные методы	УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	Вопросы к зачету	4	Правильные ответы на поставленные вопросы
5	Тема 5. Метод конечных разностей	УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	Вопросы к зачету	5	Правильные ответы на поставленные вопросы
6	Тема 6. Метод конечных элементов	УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	Вопросы к зачету	6	Правильные ответы на поставленные вопросы
7	Тема 7. Метод граничных элементов	УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	Вопросы к зачету	7	Правильные ответы на поставленные вопросы
8	Тема 8. Метод коллокаций	УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	Вопросы к зачету	8	Правильные ответы на поставленные вопросы

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

3.1 Вопросы к зачету

Индекс компетенции	№ задания	Формулировка вопроса
УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	1	1. Постановка одномерной краевой задачи в дифференциальной форме. 2. Постановка двумерной краевой задачи в дифференциальной форме.
УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	2	1. Постановки краевых задач в интегральной форме. 2. Проекционные постановки, вариационные принципы.
УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	3	1. Дискретизация на основе проекционных формулировок. 2. Проекционные численные методы
УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	4	1. Дискретизация на основе вариационных принципов. 2. Вариационные численные методы
УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	5	1. Метод конечных разностей – алгоритмы 2. Метод конечных разностей – аппроксимация, устойчивость и сходимость
УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	6	1. Метод конечных элементов. Локальная матрица жесткости 2. Метод конечных элементов. Глобальная матрица жесткости
УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	7	1. Метод граничных элементов 2. Сравнение МКЭ и метода граничных элементов
УК-4 ОПК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-3	8	1. Метод коллокаций 2. Сравнение МКЭ и метода коллокаций

Критерии и шкалы оценки:

- критерии оценивания – правильные ответы на поставленные вопросы;
- показатель оценивания – процент верных ответов на вопросы;
- шкала оценивания (оценка) – выделено 4 уровня оценивания компетенций:

Форма А

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

высокий – более 80% правильных ответов;
достаточный – от 60 до 80 % правильных ответов;
пороговый – от 50 до 60% правильных ответов;
критический – менее 50% правильных ответов.