

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра вычислительных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФПМИ
д.т.н. Тимофеев В. С.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Многомасштабные конечноэлементные методы

Образовательная программа: 01.04.02 Прикладная математика и информатика, магистерская программа: Математическое моделирование детерминированных и стохастических процессов

Курс: 1, семестр : 2

Факультет прикладной математики и информатики,

		Семестр
№	Вид деятельности	2
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	1
2	Всего часов	36
3	Всего занятий в контактной форме, час.	18
4	Лекции, час.	0
5	Практические занятия, час.	14
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	3
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	2
10	Самостоятельная работа, час.	18
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	
12	Вид аттестации	3

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 01.04.02 Прикладная математика и информатика

ФГОС введен в действие приказом №911 от 28.08.2015 г. , дата утверждения: 23.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

Выч.технол., протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета прикладной математики и информатики, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Шурина Э. П.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.ф-м.н. Шокин Ю. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Соловейчик Ю. Г.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики; в части следующих результатов обучения:	
з1. обладать углубленными знаниями в области профессиональной деятельности	
у2. уметь использовать современные методы математического моделирования при решении профессиональных задач	
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать основные математические модели в области профессиональной деятельности	
у1. уметь оценивать адекватность математической модели для решаемой проблемы или задачи	
у2. уметь адаптировать математические модели к решаемой научной проблеме или задаче	
Компетенция ФГОС: ПК.3 способность разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности; в части следующих результатов обучения:	
з2. знать сферу применения используемых методов прикладной математики и информатики, предпосылки, обуславливающие корректность их применения соответствующих методов	
Компетенция НГТУ: ПК.14.В/ППТ способность разрабатывать и анализировать модели высокотехнологичных технических устройств и наукоемких технологий; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать методы математического моделирования в области профессиональной деятельности	
у2. уметь оценивать погрешность математического моделирования	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Многомасштабные конечноэлементные методы</i>	
ПК.2.з1 знать основные математические модели в области профессиональной деятельности	
1. Гетерогенный многомасштабный метод конечных элементов	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.2.у1 уметь оценивать адекватность математической модели для решаемой проблемы или задачи	
2. Определять тип многомасштабности прикладной задачи.	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.2.у2 уметь адаптировать математические модели к решаемой научной проблеме или задаче	
3. Строить вариационные формулировки на основе разрывного метода Галеркина	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.з2 знать сферу применения используемых методов прикладной математики и информатики, предпосылки, обуславливающие корректность их применения соответствующих методов	
4. Стабилизированный метод Петрова-Галеркина:	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.з1 обладать углубленными знаниями в области профессиональной деятельности	
5. Применять теорию многомасштабных методов к решению конкретного класса прикладных задач	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.у2 уметь использовать современные методы математического моделирования при решении профессиональных задач	
6. Строить специальный иерархический базис и многоуровневый решатель адаптированный под структуру дискретного аналога.	Практические занятия; Самостоятельная работа

ПК.14.В/ППТ.з1 знать методы математического моделирования в области профессиональной деятельности	
7.Общую структуру многоуровневых решателей	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.14.В/ППТ.у2 уметь оценивать погрешность математического моделирования	
8.Исследовать устойчивость и верифицировать дискретные аналоги	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Многомасштабный метод конечных элементов .				
1. Вариационные многомасштабные методы и стабилизированные методы	1	4	1, 2	Определение основных направлений решения задач диффузии, теплопроводности, вычисления напряженности электрического поля (постоянный ток) в гетерогенных средах. Принципы построения многомасштабных базисных функций, определение типов краевых условий для решения задачи построения многомасштабных базисных функций. Возможности применения MsFEM для решения конкретной прикладной задачи.
2. Модификации вариационной постановки разрывного метода Галеркина (DG-метод) Анализ погрешности и устойчивости дискретного аналога.	1	4	3, 4, 5	Исследование различных вариационных постановок DG-метода для эллиптических уравнений. Выбор схемы интегрирования по времени для нестационарных задач (RKDG). Выбор базиса, анализ сходимости. Возможности применения DG-метода для решения конкретной прикладной задачи.
Дидактическая единица: Многоуровневый решатель.				
3. Структура многоуровневого решателя. Специальные предобусловливатели. Зависимость структуры решателя и типа предобусловливателя от класса решаемых прикладных задач.	1	6	6, 7, 8	Понятие многосеточных методов. Применение V- и W-циклов для решения эллиптических задач. Возможности многоуровневых решателей и принципы их построения для конкретных прикладных задач

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	16	2
Решение поставленной прикладной задачи. Выбор метода дискретизации, реализация вариационной формулировки, построение вычислительной схемы, выбор многоуровневого решателя.: Шокин Ю. И. Современные многосеточные методы. Ч. 1 : учебное пособие / Ю. И. Шокин, Э. П. Шурина, Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 66, [1] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000134801				
2	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	2	0
Оформление отчета. Повторение теоретического материала.: Шокин Ю. И. Современные многосеточные методы. Ч. 1 : учебное пособие / Ю. И. Шокин, Э. П. Шурина, Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 66, [1] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000134801				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Личный типовой сайт
Размещение учебных материалов	ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Проблемный метод
Краткое описание применения: Обсуждение задачи, выбор метода дискретизации, обоснование выбора.	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 2		
Подготовка к занятиям:	40	80

Контролирующие материалы (Решение прикладной задачи. Оформление отчета) приводятся в "Шокин Ю. И. Современные многосеточные методы. Ч. 1 : учебное пособие / Ю. И. Шокин, Э. П. Шурина, Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 66, [1] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000134801"

Зачет:

10

20

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля
		Зачет
ОПК.4	з1. обладать углубленными знаниями в области профессиональной деятельности	+
	у2. уметь использовать современные методы математического моделирования при решении профессиональных задач	+
ПК.2	з1. знать основные математические модели в области профессиональной деятельности	+
	у1. уметь оценивать адекватность математической модели для решаемой проблемы или задачи	+
	у2. уметь адаптировать математические модели к решаемой научной проблеме или задаче	+
ПК.3	з2. знать сферу применения используемых методов прикладной математики и информатики, предпосылки, обуславливающие корректность их применения соответствующих методов	+
	ПК.14.В/ППТ з1. знать методы математического моделирования в области профессиональной деятельности	+
	ПК.14.В/ППТ у2. уметь оценивать погрешность математического моделирования	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Тыртышников Е. Е. Методы численного анализа : [учебное пособие для вузов по направлению "Математика" (010100), "Прикладная математика и информатика" (010200), "Физика" (010700), "Механика" (010900)] / Е. Е. Тыртышников. - М., 2007. - 316, [1] с. : ил.
2. Ольшанский М. А. Лекции и упражнения по многосеточным методам / М. А. Ольшанский. - М., 2005. - 168 с.
3. Самарский А. А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - М., 2005. - 316, [4] с.
4. Марчук, Г.И. Методы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 608 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/255>. — Загл. с экрана.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniyum.com" : <http://znaniyum.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Шокин Ю. И. Современные многосеточные методы. Ч. 1 : учебное пособие / Ю. И. Шокин, Э. П. Шурина, Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 66, [1] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000134801
2. Шокин Ю. И. Современные многосеточные методы. Многоуровневые методы. Применение многомасштабных методов : учебное пособие / Ю. И. Шокин, Э. П. Шурина, Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 95, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179294

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Office
- 2 Microsoft Windows

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Применяется для представления презентаций научных проектов

Правила аттестации по дисциплине «Многомасштабные конечноэлементные методы»

В соответствии с планом ООП проводится дифференцированный зачет. К зачету допускаются студенты, посетившие семинары (практические занятия) выполнившие самостоятельную работу, получившие в течение семестра не менее 40 баллов. Максимальное количество баллов за семестр – 80. Выполненная студентом индивидуальная работа оценивается – 80 баллов. Форма проведения зачета – круглый стол (публичная защита результатов самостоятельной работы, обсуждение), максимальное количества баллов, полученных на зачете - 20. Время на подготовку к зачету: 2 часа.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра вычислительных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФПМИ
д.т.н., доцент В.С. Тимофеев
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Многомасштабные конечноэлементные методы

Образовательная программа: 01.04.02 Прикладная математика и информатика, магистерская
программа: Математическое моделирование детерминированных и стохастических
процессов

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Многомасштабные конечноэлементные методы приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.4 способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики	з1. обладать углубленными знаниями в области профессиональной деятельности	Дидактическая единица:1 Многомасштабный метод конечных элементов . 1.2 Модификации вариационной постановки разрывного метода Галеркина (DG-метод) Анализ погрешности и устойчивости дискретного аналога.		Зачет, вопрос 1.
ОПК.4	у2. уметь использовать современные методы математического моделирования при решении профессиональных задач	Дидактическая единица:2 Многоуровневый решатель. 2.3 Структура многоуровневого решателя. Специальные предобусловливатели. Зависимость структуры решателя и типа предобусловливателя от класса решаемых прикладных задач.		Зачет, вопрос 2.
ПК.14.В/ППТ способность разрабатывать и анализировать модели высокотехнологичных технических устройств и наукоемких технологий	з1. знать методы математического моделирования в области профессиональной деятельности	Дидактическая единица:2 Многоуровневый решатель. 2.3 Структура многоуровневого решателя. Специальные предобусловливатели. Зависимость структуры решателя и типа предобусловливателя от класса решаемых прикладных задач.		Зачет, вопрос 2.
ПК.14.В/ППТ	у2. уметь оценивать погрешность математического моделирования	Дидактическая единица:2 Многоуровневый решатель. 2.3 Структура многоуровневого решателя. Специальные предобусловливатели. Зависимость структуры решателя и типа предобусловливателя от класса решаемых прикладных задач.		Зачет, вопрос 2.
ПК.2/НИ способность разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	з1. знать основные математические модели в области профессиональной деятельности	Дидактическая единица:1 Многомасштабный метод конечных элементов . 1.1 Вариационные многомасштабные методы и стабилизированные методы		Зачет, вопрос 1.

ПК.2/НИ	у1. уметь оценивать адекватность математической модели для решаемой проблемы или задачи	Дидактическая единица:1 Многомасштабный метод конечных элементов . 1.1 Вариационные многомасштабные методы и стабилизированные методы		Зачет, вопрос1.
ПК.2/НИ	у2. уметь адаптировать математические модели к решаемой научной проблеме или задаче	Дидактическая единица:1 Многомасштабный метод конечных элементов . 1.2 Модификации вариационной постановки разрывного метода Галеркина (DG-метод) Анализ погрешности и устойчивости дискретного аналога.		Зачет, вопрос1.
ПК.3/ППТ способность разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	з2. знать сферу применения используемых методов прикладной математики и информатики, предпосылки, обуславливающие корректность их применения соответствующих методов	Дидактическая единица:1 Многомасштабный метод конечных элементов . 1.2 Модификации вариационной постановки разрывного метода Галеркина (DG-метод) Анализ погрешности и устойчивости дискретного аналога.		Зачет, вопрос1.

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.4, ПК.14.В/ППТ, ПК.2/НИ, ПК.3/ППТ.

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.4, ПК.14.В/ППТ, ПК.2/НИ, ПК.3/ППТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с

освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра вычислительных технологий

Паспорт зачета

по дисциплине «Многомасштабные конечноэлементные методы», 2 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной и письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-3(проверка знаний - Дидактическая единица:1 Многомасштабный метод конечных элементов), второй вопрос из диапазона вопросов 4-6 (проверка знаний - Дидактическая единица:2 Многоуровневый решатель) (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФПМИ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Многомасштабные конечноэлементные методы»

1. Гетерогенный многомасштабный метод конечных элементов.
2. Применение multigrid методов для решения СЛАУ

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *от 0 до 9 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *от 10 до 12 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *от 13 до 17 баллов*.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет *от 18 до 20 баллов*.

3. Шкала оценки

К зачету допускаются студенты, получившие в семестре не менее минимального количества баллов по всем проверочным мероприятиям в соответствии с таблицей 6.1 и набравшие суммарно не менее 40 баллов.

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Многомасштабные конечноэлементные методы»

1. Определение многомасштабных конечноэлементных методов. Принципы построения multiscale –метода.
2. Гетерогенный многомасштабный метод конечных элементов. Вариационная постановка. Принципы построения функций формы.
3. Виртуальный МКЭ. Общие идеи. Полиэдры. Функции формы на полиэдрах.
4. Применение multigrid методов для решения СЛАУ.
5. Многоуровневые решатели.
6. Принципы построения многоуровневых решателей при решении различных прикладных задач (электромагнетизм, движение жидкости, теплоперенос).