

Приложение 5

Рабочая программа дисциплины
Неконформные конечноэлементные методы в различных функциональных
пространствах

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция НГТУ: ПК.1.В готовность к разработке и применению математических методов моделирования объектов и явлений; в части следующих результатов обучения:
з1. знать основные методы решения линейных и нелинейных краевых задач математической физики
у1. уметь разрабатывать методы и алгоритмы для численного моделирования физических процессов
Компетенция НГТУ: ПК.2.В готовность разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные вычислительные методы с применением современных компьютерных технологий; в части следующих результатов обучения:
у2. уметь выполнять программные реализации для получения численных решений при моделировании физических процессов

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>Дисциплина по выбору аспиранта</i>	
ПК.1.В.у1 уметь разрабатывать методы и алгоритмы для численного моделирования физических процессов	
1. Принципы построения математических моделей для описания физических процессов	Самостоятельная работа
ПК.2.В.у2 уметь выполнять программные реализации для получения численных решений при моделировании физических процессов	
2. Разработать, реализовать и верифицировать вычислительную схему, выполненную на базе конформных и неконформных конечноэлементных методов	Самостоятельная работа
3. Принципы разработки и верификации программных комплексов для решения прикладных задач	Самостоятельная работа
4. Реализовать основные принципы разработки иерархических программных комплексов	Самостоятельная работа
ПК.1.В.з1 знать основные методы решения линейных и нелинейных краевых задач математической физики	
5. Принципы построения вариационных формулировок в различных функциональных пространствах	Самостоятельная работа
ПК.1.В.у1 уметь разрабатывать методы и алгоритмы для численного моделирования физических процессов	
6. Адаптировать технологии современных методов решения систем линейных алгебраических уравнений для конкретных видов дискретных аналогов, построенных на базе конформных и неконформных конечноэлементных методов.	Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Математическая модель физического процесса				

1. Построение математической модели на основе законов сохранения	0	34	1	Для данной прикладной задачи строит математическую модель.
Дидактическая единица: Принципы построения дискретного аналога , вариационная формулировка				
2. Разработка и верификация вычислительных схем на базе конформных и неконформных конечноэлементных методов. Выбор функционального пространства базиса. Связь базиса со структурой дискретного аналога вариационной постановки.	0	64	1, 2, 5, 6	Рализует вычислительную схему на базе выбранной конечноэлементной вариационной постановки. Верифицирует схему на классе модельных и "приближенных к реальным" задач.
Дидактическая единица: Принципы построения программных комплексов				
3. Принципы разработки и верификации програамных комплексов для решения научно-исследовательских проблем	0	61	1, 3, 4	Разрабатывает программный комплекс, реализующий вычислительную схему. Определяет стратегию математического моделирования физического процесса.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6	0	0
: 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 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	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2, 3, 4, 5, 6	178	19
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : 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 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
Консультирование	Социальные сети; ЭБС
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; ЭБС

6. Литература

Основная литература

1. Самарский А. А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - М., 2005. - 316, [4] с.
2. Ольшанский М. А. Лекции и упражнения по многосеточным методам / М. А. Ольшанский. - М., 2005. - 168 с.
3. 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.
4. Марчук, Г.И. Методы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 608 с. — Режим доступа: <https://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 "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

7. Методическое и программное обеспечение

7.1 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

7.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Visual Studio 2015
- 2 Microsoft Windows
- 3 Microsoft Office

8. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Представление презентации аспиранта по вопросу применения современных неконформных МКЭ при решении конкретных научных проблем.

Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Тема	Код формируемой компетенции	Знания/умения	Контролирующее мероприятие (экзамен, зачет, курсовой проект и т.п.)
Моделирование тепловых и электромагнитных полей	ОПК.1 ОПК.3 ОПК.5 ОПК.8 ПК.10 ПК.9	з1. знать методы решения больших систем линейных уравнений с симметричными и несимметричными вещественными и комплексными матрицами з1. знать общие принципы проведения научных исследований з1. знать основные методы решения линейных и нелинейных краевых задач математической физики з2. знать способы построения дискретных аналогов задач по методам конечных разностей, коллокаций, наименьших квадратов, конечных элементов з4. знать преподаваемую область научного (научно-технического) знания и (или) профессиональной деятельности и тенденции ее развития у1. уметь использовать вычислительный эксперимент и численное моделирование при проведении исследований у1. уметь оценивать влияние вычислительной погрешности на результаты численного моделирования у1. уметь проводить вычислительный эксперимент и оценивать его результаты у1. уметь разрабатывать методы и алгоритмы для численного моделирования физических процессов у2. уметь выполнять программные реализации для получения численных решений при моделировании физических процессов	Зачет Вопросы 1-12
Обратные задачи как основной инструмент обработки данных в наукоемких технологиях. Вычислительная схема решения обратных задач математической физики. Проблемы, возникающие при решении обратных задач математической физики. Пути решения. Линейные и нелинейные обратные задачи.	ОПК.1 ОПК.3 ОПК.8	з1. знать общие принципы проведения научных исследований з4. знать преподаваемую область научного (научно-технического) знания и (или) профессиональной деятельности и тенденции ее развития у1. уметь проводить вычислительный эксперимент и оценивать его результаты	Зачет Вопросы 12, 14-20
Смысл операторов дивергенция и ротор. Распределенные и сосредоточенные источники векторного поля.	ОПК.3	у1. уметь использовать вычислительный эксперимент и численное моделирование при проведении исследований	Зачет Вопросы 10, 13

ПАСПОРТ КОНТРОЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

для итогового контроля в виде зачета

1. Список вопросов

Таблица 1

Список вопросов	
1	Сеточные методы. Идеи метода конечных разностей (МКР), конечных объемов (МКО), граничных элементов. Метод конечных элементов (МКЭ), его основные отличия от других сеточных методов.
2	Порядок аппроксимации. Порядок точности. Устойчивость. Порядок аппроксимации в МКР. Схема второго порядка. Схемы повышенного порядка точности МКР и МКО.
3	Вариационные постановки на основе МНК. Метод коллокации. Вариационные постановки, используемые в методах Рунге и Галеркина. Выбор базиса МКЭ. Фinitные функции. Сборка из локальных матриц. Конечномерные пространства. Энергетическая норма. Оценка погрешности решения в МКЭ.
4	Повышение порядка аппроксимации в МКЭ. Базисные функции Точность и вычислительные затраты. Структуры конечноэлементных матриц. Нумерация узлов, сборка глобальной матрицы, её структура.
5	Аппроксимация начально-краевых задач для дифференциальных уравнений параболического и гиперболического типов. Явные, неявные схемы. Решение задач с гармоническими по времени источниками.
6	Методы описания двумерных расчётных областей. Структуры данных для описания двумерных задач. Алгоритмы построения сеток. Триангуляции. Наброс узлов. Триангуляция Делоне, её достоинства и недостатки. Фронтальные методы построения триангуляций.
7	Описание трёхмерных расчётных областей. Наброс узлов. Трёхмерная триангуляция Делоне, её недостатки. Метод тиражирующихся сечений, его модификации с изменением числа узлов.
8	Согласованные и несогласованные сетки и конечные элементы. Комбинированные согласованные сетки.
9	Применение узлового МКЭ для решения векторных задач.
10	Векторный МКЭ для решения задач электромагнетизма. Вариационная постановка. Принципы построения базисных вектор-функций. Построение конечноэлементных аппроксимаций при совместном использовании скалярного и векторного потенциалов.
11	Решение нелинейных задач. Метод простой итерации. Метод Ньютона.
12	Основные методы решения больших систем линейных уравнений с симметричными и несимметричными вещественными и комплексными матрицами
13	Скалярные и векторные поля. Графическое изображение полей. Смысл операторов дивергенция и ротор. Понятие сосредоточенных и распределенных источников.
14	Общая постановка задач обработки данных. Параметризация искомой модели. Классификация задач обработки данных по способу зависимости измеряемых данных от искомых параметров.
15	Классификация задач обработки данных по размерности прямой задачи при решении обратных задач математической физики. Систематические и случайные отклонения в данных. Способы уменьшения влияния шума на результат восстановления параметров.

Список вопросов	
16	Методы решения задач оценивания параметров при явном представлении зависимости измеряемых данных от искомых параметров. Методы решения обратных задач с неявным представлением зависимости измеряемых данных от искомых параметров на основе линеаризации по методу Ньютона. Ускорение и обеспечение сходимости с использованием одномерной минимизации вдоль выбранного направления.
17	Вычислительная схема решения обратных задач гравиразведки. Вычислительная схема решения обратных задач магниторазведки.
18	Вычислительная схема решения обратных задач магнитотеллурики. Структура программного комплекса для решения обратных задач магнитотеллурики.
19	Вычислительная схема решения обратных задач электроразведки на постоянном токе. Структура программного комплекса для решения обратных задач электроразведки на постоянном токе.
20	Принципы распараллеливания решения задач обработки данных. Технологии распараллеливания на многоядерных компьютерах (в системах с общей памятью). Технологии распараллеливания в вычислительном кластере. Организация параллельных вычислений для приложений, реализующих решения обратных задач математической физики.

2. Принципы (особенности) разработки контролирующих материалов

Контролирующие материалы разработаны в виде вопросов, охватывающих все блоки содержания дисциплины.

3. Форма контролирующих материалов

Билет состоит из трех теоретических вопросов. При аттестации используются контролирующие материалы, образцы которых приведены в п. 1, 6.

4. Шкала измерений и критерии оценки

К итоговой аттестации допускаются аспиранты, выполнившие индивидуальное задание и работавшие не менее 40 баллов.

Ответы на вопросы билета оцениваются по традиционной (4-уровневой) шкале оценки и оценке в шкале ECTS (таблица 2).

На зачете аспирант может набрать максимум 30 баллов. Зачет считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам составляет не менее 10 баллов.

Таблица 2

Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	Уровень знания
«Отлично» – работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные	98-100	A+	отлично	продвинутый уровень
	93-97	A		

программой обучения задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	90-92	A-		базовый уровень
«Очень хорошо» – работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	87-89	B+		
	83-86	B		
	80-82	B-		
«Хорошо» – уровень выполнения работы 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	77-79	C+	хорошо	
	73-76	C		
	70-72	C-		
«Удовлетворительно» – уровень выполнения работы отвечает большинству основным требованиям, 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 выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	67-69	D+	удовлетворительно	
	63-66	D		
	60-62	D-		
«Посредственно» – работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	E		пороговый уровень
«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) –теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	25-49	FX	неудовлетворительно	

«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий	0-24	F		
---	------	---	--	--

5. Время, отведенное на выполнение контролирующих материалов

Время, необходимое на написание ответа на 3 вопроса, составляет 2 академических часа.

6. Дополнительная информация:

Типовой билета к зачету

1. Методы описания двумерных расчётных областей. Алгоритмы построения регулярных сеток.
2. Аппроксимация начально-краевой задачи для дифференциального уравнения параболического типа с использованием двуслойных и трехслойных схем.
3. Методы решения обратных задач с неявным представлением зависимости измеряемых данных от искомых параметров на основе линеаризации по методу Ньютона.

Составитель _____ М.Г. Персова
(подпись)

«____» _____ 20 ____ г.

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

Кафедра прикладной математики

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**МОДУЛЯ "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
(модуль)" по материалам дисциплины**

Дисциплина по выбору аспиранта: Методы генерации сеток при решении краевых задач математической физики

Образовательная программа: 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль: Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины Дисциплина по выбору аспиранта: «Методы генерации сеток при решении краевых задач математической физики» 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)
ПК.1.В готовность к разработке и применению математических методов моделирования объектов и явлений	32. знать способы построения дискретных аналогов задач по методам конечных разностей, коллокаций, наименьших квадратов, конечных элементов	Основные методы описания расчетной области. Структуры данных для описания двумерных задач. Построение регулярных прямоугольных сеток для прямоугольных подобластей. Построение регулярных сеток с четырехугольными ячейками. Хранение нерегулярных сеток. Построение сеток с треугольными конечными элементами. Согласованные и несогласованные сетки и конечные элементы. Комбинированные согласованные сетки. Несогласованные сетки с прямоугольными ячейками. Согласование конечных элементов. Структуры данных для описания трехмерных задач. Трехмерных сетки. Принципы построения трехмерных сеток с ячейками в виде параллелепипедов и шестигранников. Метод тиражирования сечений. Построение тетраэдральных сеток. Структуры данных для хранения матриц конечноэлементных СЛАУ. Различные форматы хранения матрицы СЛАУ. Построение портрета. Алгоритмы нумерации базисных функций, граней и ребер конечных элементов.		Экзамен 6 семестр, вопросы. 1-14
ПК.2.В готовность разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные вычислительные методы с применением современных компьютерных	у2. уметь выполнять программные реализации для получения численных решений при моделировании физических процессов	Основные методы описания расчетной области. Структуры данных для описания двумерных задач. Построение регулярных прямоугольных сеток для прямоугольных подобластей. Построение регулярных сеток с четырехугольными ячейками. Хранение нерегулярных сеток.		Экзамен 6 семестр, вопросы 9-11

технологий		Построение сеток с треугольными конечными элементами. Согласованные и несогласованные сетки и конечные элементы. Комбинированные согласованные сетки. Несогласованные сетки с прямоугольными ячейками. Согласование конечных элементов. Структуры данных для описания трехмерных задач. Трехмерных сетки. Принципы построения трехмерных сеток с ячейками в виде параллелепипедов и шестигранников. Метод тиражирования сечений. Построение тетраэдральных сеток. Структуры данных для хранения матриц конечноэлементных СЛАУ. Различные форматы хранения матрицы СЛАУ. Построение портрета. Алгоритмы нумерации базисных функций, граней и ребер конечных элементов.		
ПК.3.В способность к реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ и их использованию при проведении вычислительного эксперимента	у1. уметь разрабатывать фрагменты пре- и постпроцессоров программных комплексов решения задач математической физики	Основные методы описания расчетной области. Структуры данных для описания двумерных задач. Построение регулярных прямоугольных сеток для прямоугольных подобластей. Построение регулярных сеток с четырехугольными ячейками. Хранение нерегулярных сеток. Построение сеток с треугольными конечными элементами. Согласованные и несогласованные сетки и конечные элементы. Комбинированные согласованные сетки. Несогласованные сетки с прямоугольными ячейками. Согласование конечных элементов. Структуры данных для описания трехмерных задач. Трехмерных сетки. Принципы построения трехмерных сеток с ячейками в виде параллелепипедов и шестигранников. Метод тиражирования сечений. Построение тетраэдральных сеток. Структуры данных для хранения матриц конечноэлементных СЛАУ. Различные форматы хранения матрицы СЛАУ. Построение портрета. Алгоритмы нумерации базисных функций, граней и ребер конечных элементов.		Экзамен 6 семестр, вопросы 12-14, 6-8

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В, ПК.3.В.

Форма проведения экзамена, принцип формирования билета, примерный перечень вопросов, а также критерии оценивания сформулированы в паспорте экзамена за 6-й семестр.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В, ПК.3.В, 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 носят существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, 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, возможно, с некоторыми ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено в достаточной степени, 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, 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 прикладной математики

Паспорт экзамена

по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины «Дисциплина по выбору аспиранта: Методы генерации сеток при решении краевых задач математической физики», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Аспиранту выделяется время на подготовку (2 часа). При подготовке аспирант может использовать теоретический материал и учебные пособия по курсу. Билет состоит из двух вопросов из списка вопросов (список вопросов приведен ниже в п.4). За каждый вопрос аспирант получает оценку в диапазоне от 0 до 20 баллов.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФПМИ

Билет № _____

к экзамену по «Дисциплина по выбору аспиранта: Методы генерации сеток при
решении краевых задач математической физики»

1. Основные методы описания расчетной области. Структуры данных для описания двумерных задач.
2. Принципы построения трехмерных сеток с ячейками в виде параллелепипедов и шестигранников. Метод тиражирования сечений.

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

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не имеет представления об области применения соответствующих методов, оценка составляет *менее 20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, знает область применения соответствующих методов, может привести примеры, оценка составляет *от 20 до 29 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при

ответе на вопросы формулирует основные понятия, знает область применения соответствующих методов, может записать их вычислительные схемы, используемые при их реализации оценка составляет *от 30 до 35 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы грамотно оперирует теоретическими понятиями, может объяснить в деталях вычислительные схемы, используемые при реализации соответствующих методов, способен провести сравнительный анализ подходов, обозначить проблемы, привести конкретные примеры из практики, оценка составляет *от 36 до 40 баллов*.

3. Шкала оценки

К экзамену допускаются аспиранты, самостоятельно изучившие теоретический материал, выполнившие индивидуальное задание в рамках своего диссертационного исследования и набравшие не менее *30 баллов*.

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее *20 баллов* (из 40 возможных).

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

Перевод баллов, полученных по дисциплине, в традиционную шкалу оценок осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки достижений студентов НГТУ.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта: Методы генерации сеток при решении краевых задач математической физики»

- 1) Основные методы описания расчетной области. Структуры данных для описания двумерных задач.
- 2) Построение регулярных прямоугольных сеток для прямоугольных подобластей.
- 3) Построение регулярных сеток с четырехугольными ячейками.
- 4) Хранение нерегулярных сеток.
- 5) Построение сеток с треугольными конечными элементами.
- 6) Структуры данных для описания трехмерных задач. Трехмерных сетки.
- 7) Принципы построения трехмерных сеток с ячейками в виде параллелепипедов и шестигранников. Метод тиражирования сечений.
- 8) Построение тетраэдральных сеток.
- 9) Структуры данных для хранения матриц конечноэлементных СЛАУ.
- 10) Различные форматы хранения матрицы СЛАУ. Построение портрета.
- 11) Алгоритмы нумерации базисных функций, граней и ребер конечных элементов.
- 12) Согласованные и несогласованные сетки и конечные элементы.
- 13) Комбинированные согласованные сетки.
- 14) Несогласованные сетки с прямоугольными ячейками.

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

Кафедра прикладной математики

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**МОДУЛЯ "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
(модуль)" по материалам дисциплины**

Дисциплина по выбору аспиранта: Методы решения систем конечноэлементных уравнений

Образовательная программа: 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль:

Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины Дисциплина по выбору аспиранта: Методы решения систем конечноэлементных уравнений 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)
ПК.1.В готовность к разработке и применению математических методов моделирования объектов и явлений	у1. уметь разрабатывать методы и алгоритмы для численного моделирования физических процессов	Итерационные методы решения вещественных СЛАУ с разреженными симметричными и несимметричными матрицами Итерационные методы решения СЛАУ с комплексно-симметричными и комплексно-несимметричными матрицами Особенности реализации итерационных методов решения СЛАУ и схем предобуславливания для матриц, имеющих разреженную блочно-элементную структуру. Особенности СЛАУ, получающихся при конечноэлементной аппроксимации различных краевых задач. Форматы хранения матриц таких СЛАУ при использовании прямых и итерационных методов их решения.		Экзамен, вопросы 1-3, 28, 41-50
ПК.2.В готовность разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные вычислительные методы с применением современных компьютерных технологий	з1. знать методы решения больших систем линейных уравнений с симметричными и несимметричными вещественными и комплексными матрицами	Итерационные методы решения вещественных СЛАУ с разреженными симметричными и несимметричными матрицами Итерационные методы решения СЛАУ с комплексно-симметричными и комплексно-несимметричными матрицами Методы решения больших систем конечноэлементных уравнений, полученных при аппроксимации нелинейных краевых задач. Прямые методы решения СЛАУ с матрицами заданными в ленточном и профильном форматах.		Экзамен, вопросы 29-34, 36-39, 19-26
ПК.2.В	у1. уметь работать с библиотеками программ для высокопроизводите	Итерационные методы решения вещественных СЛАУ с разреженными симметричными и		Экзамен, вопросы 4-9, 40, 54-57

	льных вычислений	несимметричными матрицами Итерационные методы решения СЛАУ с комплексно- симметричными и комплексно- несимметричными матрицами Распараллеливание итерационных методов решения СЛАУ в вычислительных системах с общей памятью. Ускорение сходимости итерационных методов за счёт предобусловливания. Схемы предобусловливания. Схема сглаживания невязки.		
ПК.2.В	у2. уметь выполнять программные реализации для получения численных решений при моделировании физических процессов	Методы решения больших систем конечноэлементных уравнений, полученных при аппроксимации нелинейных краевых задач.		Экзамен, вопросы 52, 53
ПК.2.В	у3. уметь разрабатывать эффективные программы на языках высокого уровня и тестировать их	Итерационные методы решения вещественных СЛАУ с разреженными симметричными и несимметричными матрицами Итерационные методы решения СЛАУ с комплексно- симметричными и комплексно- несимметричными матрицами Особенности реализации итерационных методов решения СЛАУ и схем предобусловливания для матриц, имеющих разреженную блочно- элементную структуру. Особенности СЛАУ, получающихся при конечноэлементной аппроксимации различных краевых задач. Форматы хранения матриц таких СЛАУ при использовании прямых и итерационных методов их решения. Прямые методы решения СЛАУ с матрицами заданными в ленточном и профильном форматах. Ускорение сходимости итерационных методов за счёт предобусловливания. Схемы предобусловливания. Схема сглаживания невязки.		Экзамен, вопросы 10-18
ПК.3.В способность к реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно- ориентированных	у2. уметь разрабатывать и эффективно реализовывать основные модули вычислительной части программного комплекса	Динамическое и псевродинамическое распределение памяти при работе с матрицами большой размерности. Программная реализация хранения матриц в различных форматах. Итерационные методы		Экзамен, вопросы 8-26, 51,54- 56

программ и их использованию при проведении вычислительного эксперимента	численного моделирования	решения вещественных СЛАУ с разреженными симметричными и несимметричными матрицами Итерационные методы решения СЛАУ с комплексно-симметричными и комплексно-несимметричными матрицами Особенности СЛАУ, получающихся при конечноэлементной аппроксимации различных краевых задач. Форматы хранения матриц таких СЛАУ при использовании прямых и итерационных методов их решения. Распараллеливание итерационных методов решения СЛАУ в вычислительных системах с общей памятью.		
---	--------------------------	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В, ПК.3.В.

Форма проведения экзамена, принцип формирования билета, примерный перечень вопросов, а также критерии оценивания сформулированы в паспорте экзамене за 6-й семестр.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В, ПК.3.В, 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 носят существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, 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, возможно, с некоторыми ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено в достаточной степени, 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, 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 прикладной математики

Паспорт экзамена

по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины «Дисциплина по выбору аспиранта: Методы решения систем конечноэлементных уравнений», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Аспиранту выделяется время на подготовку (2 часа). При подготовке аспирант может использовать теоретический материал и учебные пособия по курсу. Билет состоит из двух вопросов для методов, приведенных ниже в п.4. За каждый вопрос аспирант получает оценку в диапазоне от 0 до 20 баллов.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФПМИ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта: Методы решения систем конечноэлементных уравнений»

1. Написать подпрограмму матрично-векторного умножения для матрицы, хранящейся в разреженном блочно-строчном формате.
2. Локально-оптимальная схема (ЛОС) для решения СЛАУ с разреженными матрицами. Область применимости и свойства метода.

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

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если аспирант при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не имеет представления об области применения соответствующих методов, оценка составляет *менее 20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если аспирант при ответе на вопросы дает определение основных понятий, знает область применения соответствующих методов, может привести примеры, оценка составляет *от 20 до 29 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если аспирант при ответе на вопросы формулирует основные понятия, знает область применения соответствующих методов, может записать их вычислительные схемы,

используемые при их реализации оценка составляет *от 30 до 35 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если аспирант при ответе на вопросы грамотно оперирует теоретическими понятиями, может объяснить в деталях вычислительные схемы, используемые при реализации соответствующих методов, способен провести сравнительный анализ подходов, обозначить проблемы, привести конкретные примеры из практики,
- оценка составляет *от 36 до 40 баллов*.

3. Шкала оценки

К экзамену допускаются аспиранты, самостоятельно изучившие теоретический материал, выполнившие индивидуальное задание в рамках своего диссертационного исследования и набравшие не менее *30 баллов*.

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее *20 баллов* (из *40* возможных).

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

Перевод баллов, полученных по дисциплине, в традиционную шкалу оценок осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки достижений студентов НГТУ.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Дисциплина по выбору аспиранта: Методы решения систем конечноэлементных уравнений»

1. Структура СЛАУ, получающихся при конечно-разностной и конечноэлементной аппроксимации краевых задач на структурированных сетках.
2. Структура СЛАУ, получающихся при конечноэлементной аппроксимации краевых задач на неструктурированных и несогласованных сетках.
3. Особенности СЛАУ, получающихся при использовании метода интегральных уравнений.
4. Диагональный формат хранения матриц СЛАУ.
5. Ленточный формат хранения матриц СЛАУ.
6. Профильный формат хранения матриц СЛАУ.
7. Формат CSR для хранения матриц разреженных СЛАУ.
8. Разреженный строчно-столбцовый формат CSR для хранения матриц разреженных СЛАУ.
9. Использование псевдодинамического распределения памяти при работе с матрицами большой размерности.
10. Написать подпрограмму матрично-векторного умножения для матрицы, хранящейся в разреженном блочно-строчном формате.
11. Написать подпрограмму матрично-векторного умножения для матрицы, хранящейся в разреженном блочно-столбцовом формате.
12. Написать подпрограмму матрично-векторного умножения для матрицы, хранящейся в разреженном блочно-строчно-столбцовом формате.
13. Написать подпрограмму решения СЛАУ с нижнетреугольной матрицей для матрицы, хранящейся в разреженном блочно-строчном формате.
14. Написать подпрограмму решения СЛАУ с нижнетреугольной матрицей для матрицы, хранящейся в разреженном блочно-столбцовом формате.
15. Написать подпрограмму решения СЛАУ с нижнетреугольной матрицей для матрицы, хранящейся в разреженном блочно-строчно-столбцовом формате.

16. Написать подпрограмму решения СЛАУ с верхнетреугольной матрицей для матрицы, хранящейся в разреженном блочно-строчном формате.
17. Написать подпрограмму решения СЛАУ с верхнетреугольной матрицей для матрицы, хранящейся в разреженном блочно-столбцовом формате.
18. Написать подпрограмму решения СЛАУ с верхнетреугольной матрицей для матрицы, хранящейся в разреженном блочно-строчно-столбцовом формате.
19. Разложение Холлесского для СЛАУ, хранящихся в профильном формате.
20. LU-разложение для СЛАУ, хранящихся в профильном формате.
21. LU(sq)-разложение для СЛАУ, хранящихся в профильном формате.
22. LDU-разложение для СЛАУ, хранящихся в профильном формате.
23. Разложение Холлесского для СЛАУ, хранящихся в ленточном формате.
24. LU-разложение для СЛАУ, хранящихся в ленточном формате.
25. LU(sq)-разложение для СЛАУ, хранящихся в ленточном формате.
26. LDU-разложение для СЛАУ, хранящихся в ленточном формате.
27. Использование вращений Гивенса для решения СЛАУ.
28. Подпространство Крылова. Построение итерационных методов решения СЛАУ с использованием подпространств Крылова.
29. Метод сопряженных градиентов (МСГ) для решения СЛАУ с разреженными матрицами. Область применимости и свойства метода.
30. Метод сопряженных невязок для решения СЛАУ с разреженными матрицами. Область применимости и свойства метода.
31. Локально-оптимальная схема (ЛОС) для решения СЛАУ с разреженными матрицами. Область применимости и свойства метода.
32. Метод GMRES для решения СЛАУ с разреженными матрицами. Область применимости и свойства метода.
33. Метод бисопряженных градиентов (BiCG) для решения СЛАУ с разреженными матрицами. Область применимости и свойства метода.
34. Метод BiCGStab для решения СЛАУ с разреженными матрицами. Область применимости и свойства метода.
35. Матричное представление комплексных чисел. Скалярное произведение и билинейная форма в комплексном линейном пространстве. Симметричные и эрмитовы комплексные матрицы. Самосопряженный оператор, действующий в комплексном линейном пространстве.
36. Метод COCG для СЛАУ с комплексными коэффициентами. Область применимости и свойства метода.
37. Метод COCR для СЛАУ с комплексными коэффициентами. Область применимости и свойства метода.
38. Метод GMRES для СЛАУ с комплексными коэффициентами. Область применимости и свойства метода.
39. Локально-оптимальная схема для СЛАУ с комплексными коэффициентами. Варианты для комплексно-симметричных и комплексно-несимметричных матриц.
40. Использование методов в вещественной арифметике для решения СЛАУ с комплексными коэффициентами.
41. Понятие предобуславливания. Особенности построения схем предобуславливания для СЛАУ с симметричными и несимметричными матрицами.
42. Использование неполного разложения Холлесского и неполного LDLT-разложения для предобуславливания матриц разреженных СЛАУ.
43. Использование неполного LU- и LDU-разложения для предобуславливания матриц разреженных СЛАУ.
44. Использование методов Якоби и Гаусса-Зейделя для предобуславливания итерационных методов решения СЛАУ.
45. Сглаживание невязки. Вывод схемы метода. Целесообразность ее применения для

- различных итерационных методов решения СЛАУ.
46. Вывести схему метода сопряженных градиентом с предобуславливанием неполным разложением Холецкого.
 47. Вывести формулы метода локально-оптимальной схемы с предобуславливанием неполным разложением Холецкого.
 48. Вывести формулы метода BiCG с предобуславливанием неполным LU-разложением.
 49. Вывести формулы метода BiCGStab с предобуславливанием неполным LU-разложением.
 50. Вывести формулы метода GMRES с предобуславливанием неполным LU-разложением.
 51. Реализация блочно-диагонального предобуславливания для решения СЛАУ, имеющих разреженную блочно-элементную структуру.
 52. Метод Ньютона для решения нелинейных конечноэлементных СЛАУ.
 53. Метод простой итерации для решения нелинейных СЛАУ. Использование релаксации.
 54. Распараллеливание операций скалярного произведения, линейного комбинирования и диагонального предобуславливания с использованием OpenMP.
 55. Параллельное матрично-векторное умножение для матрицы, хранящейся в формате CSR.
 56. Параллельное матрично-векторное умножение для матрицы, хранящейся в разреженном строчно-столбцовом формате. Устранение конфликтов при одновременном чтении и записи в одну ячейку памяти.
 57. Ускорение базовых операций вычислительной линейной алгебры с использованием распараллеливания и уменьшения числа обращений к памяти.

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

Кафедра вычислительных технологий
Кафедра прикладной математики

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

МОДУЛЯ

**Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)
в составе дисциплин:**

Специальные главы направления

**Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической
физики**

**Дисциплина по выбору аспиранта: Методы генерации сеток при решении краевых задач
математической физики; Методы решения систем конечноэлементных уравнений;
Неконформные конечноэлементные методы в различных функциональных пространствах**

Образовательная программа: 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль:
Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)»

в составе дисциплин:

«Специальные главы направления»

«Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической физики»

Дисциплина по выбору аспиранта:

«Методы генерации сеток при решении краевых задач математической физики»;

«Методы решения систем конечноэлементных уравнений»;

«Неконформные конечноэлементные методы в различных функциональных пространствах»
приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Дисциплины
ОПК.1 владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	з2. знать основные методы верификации программ	Дисциплина: "Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической физики"
ОПК.1	у1. уметь проводить вычислительный эксперимент и оценивать его результаты	Дисциплина: "Специальные главы направления"
ОПК.3 способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	з1. знать общие принципы проведения научных исследований	Дисциплина: "Специальные главы направления"
ОПК.3	у1. уметь использовать вычислительный эксперимент и численное моделирование при проведении исследований	Дисциплина: "Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической физики"
ОПК.3	у1. уметь использовать вычислительный эксперимент и численное моделирование при проведении исследований	Дисциплина: "Специальные главы направления"
ОПК.3	у1. уметь использовать вычислительный эксперимент и численное моделирование при проведении исследований	Дисциплина: "Неконформные конечноэлементные методы в различных функциональных пространствах"
ОПК.4 готовность организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности	з1. знать основные технологии групповой разработки программного обеспечения	Дисциплина: "Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической физики"
ОПК.5 способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных	з1. знать основные технологии разработки программных комплексов в области численного	Дисциплина: "Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической физики"

другими специалистами и в других научных учреждениях	моделирования	
ОПК.5	з1. знать основные технологии разработки программных комплексов в области численного моделирования	Дисциплина:"Неконформные конечноэлементные методы в различных функциональных пространствах
ОПК.5	у1. уметь оценивать влияние вычислительной погрешности на результаты численного моделирования	Дисциплина:"Специальные главы направления
ОПК.8 готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	з3. знать преподаваемую область научного (научно-технического) знания и (или) профессиональной деятельности и тенденции ее развития	Дисциплина:"Специальные главы направления
ПК.1.В готовность к разработке и применению математических методов моделирования объектов и явлений	з1. знать основные методы решения линейных и нелинейных краевых задач математической физики	Дисциплина:"Специальные главы направления
ПК.1.В	з1. знать основные методы решения линейных и нелинейных краевых задач математической физики	Дисциплина:"Неконформные конечноэлементные методы в различных функциональных пространствах
ПК.1.В	з2. знать способы построения дискретных аналогов задач по методам конечных разностей, коллокаций, наименьших квадратов, конечных элементов	Дисциплина:"Специальные главы направления
ПК.1.В	з2. знать способы построения дискретных аналогов задач по методам конечных разностей, коллокаций, наименьших квадратов, конечных элементов	Дисциплина:"Методы генерации сеток при решении краевых задач математической физики
ПК.1.В	у1. уметь разрабатывать методы и алгоритмы для численного моделирования физических процессов	Дисциплина:"Неконформные конечноэлементные методы в различных функциональных пространствах
ПК.1.В	у1. уметь разрабатывать методы и алгоритмы для численного моделирования физических процессов	Дисциплина:"Специальные главы направления
ПК.1.В	у1. уметь разрабатывать методы и алгоритмы для численного моделирования физических процессов	Дисциплина:"Методы решения систем конечноэлементных уравнений
ПК.2.В готовность разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные вычислительные методы с применением современных компьютерных технологий	з1. знать методы решения больших систем линейных уравнений с симметричными и несимметричными вещественными и комплексными матрицами	Дисциплина:"Специальные главы направления

ПК.2.В	з1. знать методы решения больших систем линейных уравнений с симметричными и несимметричными вещественными и комплексными матрицами	Дисциплина:"Методы решения систем конечноэлементных уравнений
ПК.2.В	у1. уметь работать с библиотеками программ для высокопроизводительных вычислений	Дисциплина:"Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической физики
ПК.2.В	у1. уметь работать с библиотеками программ для высокопроизводительных вычислений	Дисциплина:"Методы решения систем конечноэлементных уравнений
ПК.2.В	у2. уметь выполнять программные реализации для получения численных решений при моделировании физических процессов	Дисциплина:"Специальные главы направления
ПК.2.В	у2. уметь выполнять программные реализации для получения численных решений при моделировании физических процессов	Дисциплина:"Неконформные конечноэлементные методы в различных функциональных пространствах
ПК.2.В	у2. уметь выполнять программные реализации для получения численных решений при моделировании физических процессов	Дисциплина:"Методы генерации сеток при решении краевых задач математической физики
ПК.2.В	у2. уметь выполнять программные реализации для получения численных решений при моделировании физических процессов	Дисциплина:"Методы решения систем конечноэлементных уравнений
ПК.2.В	у3. уметь разрабатывать эффективные программы на языках высокого уровня и тестировать их	Дисциплина:"Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической физики
ПК.2.В	у3. уметь разрабатывать эффективные программы на языках высокого уровня и тестировать их	Дисциплина:"Методы решения систем конечноэлементных уравнений
ПК.3.В способность к реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ и их использованию при проведении вычислительного эксперимента	з1. знать структуру программного комплекса для решения задач математической физики	Дисциплина:"Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической физики
ПК.3.В	у1. уметь разрабатывать фрагменты пре- и постпроцессоров программных комплексов решения задач математической физики	Дисциплина:"Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической физики

ПК.3.В	у1. уметь разрабатывать фрагменты пре- и постпроцессоров программных комплексов решения задач математической физики	Дисциплина: "Методы генерации сеток при решении краевых задач математической физики"
ПК.3.В	у2. уметь разрабатывать и эффективно реализовывать основные модули вычислительной части программного комплекса численного моделирования	Дисциплина: "Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической физики"
ПК.3.В	у2. уметь разрабатывать и эффективно реализовывать основные модули вычислительной части программного комплекса численного моделирования	Дисциплина: "Методы решения систем конечноэлементных уравнений"
УК.1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	з1. знать основные этапы развития науки и смены научных парадигм, системную периодизацию истории науки и техники	Дисциплина: "Неконформные конечноэлементные методы в различных функциональных пространствах"

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля.

Промежуточная аттестация по **модулю** проводится в 4 семестре - в форме дифференцированного зачета, в 5 семестре - в форме зачета, в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.3, ОПК.4, ОПК.5, ОПК.8, ПК.1.В, ПК.2.В, ПК.3.В, УК.1.

Форма проведения зачета, принцип формирования билета, примерный перечень вопросов, а также критерии оценивания сформулированы в паспорте зачета (дифференцированного) за 4-й семестры.

Форма проведения зачета, принцип формирования билета, примерный перечень вопросов, а также критерии оценивания сформулированы в паспорте зачета за 5-й семестры.

Форма проведения экзамена, принцип формирования билета, примерный перечень вопросов, а также критерии оценивания сформулированы в паспорте экзамене за 6-й семестр.

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

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.3, ОПК.4, ОПК.5, ОПК.8, ПК.1.В, ПК.2.В, ПК.3.В, УК.1, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

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

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание модуля 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, возможно, с некоторыми ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание модуля освоено в достаточной степени, 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 модуля освоено полностью, 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
Кафедра прикладной математики

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**МОДУЛЯ "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
(модуль)" по материалам дисциплины**

**Дисциплина по выбору аспиранта: Неконформные конечноэлементные методы в различных
функциональных пространствах**

Образовательная программа: 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль:
Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины Дисциплина по выбору аспиранта: Неконформные конечноэлементные методы в различных функциональных пространствах 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.3 способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	у1. уметь использовать вычислительный эксперимент и численное моделирование при проведении исследований	Дидактическая единица:2 Принципы построения дискретного аналога , вариационная формулировка 2.2 Разработка и верификация вычислительных схем на базе конформных и неконформных конечноэлементных методов. Выбор функционального пространстваи базиса. Связь базиса со структурой дискретного аналога вариационной постановки.		Экзамен, вопрос1.
ОПК.5 способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях	з1. знать основные технологии разработки программных комплексов в области численного моделирования	Дидактическая единица:3 Принципы построения программных комплексов 3.3 Принципы разработки и верификации програамных комплексов для решения научно-исследовательских проблем		Экзамен, вопрос 3.
ПК.1.В готовность к разработке и применению математических методов моделирования объектов и явлений	з1. знать основные методы решения линейных и нелинейных краевых задач математической физики	Дидактическая единица:2 Принципы построения дискретного аналога , вариационная формулировка 2.2 Разработка и верификация вычислительных схем на базе конформных и неконформных конечноэлементных методов. Выбор функционального пространстваи базиса. Связь базиса со структурой дискретного аналога вариационной постановки.		Экзамен, вопрос 2.
ПК.1.В	у1. уметь разрабатывать методы и алгоритмы для численного моделирования физических процессов	Дидактическая единица:2 Принципы построения дискретного аналога , вариационная формулировка 2.2 Разработка и верификация вычислительных схем на базе конформных и неконформных конечноэлементных методов. Выбор функционального пространства и базиса. Связь базиса со структурой		Экзамен, вопрос 2.

		дискретного аналога вариационной постановки.		
ПК.2.В готовность разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные вычислительные методы с применением современных компьютерных технологий	у2. уметь выполнять программные реализации для получения численных решений при моделировании физических процессов	Дидактическая единица:3 Принципы построения программных комплексов 3.3 Принципы разработки и верификации программных комплексов для решения научно-исследовательских проблем		Экзамен, вопрос 3.
УК.1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	з1. знать основные этапы развития науки и смены научных парадигм, системную периодизацию истории науки и техники	Дидактическая единица:1 Математическая модель физического процесса 1.1 Построение математической модели на основе законов сохранения		Экзамен, вопрос1.

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.3, ОПК.5, ПК.1.В, ПК.2.В, УК.1.

Экзамен проводится в устной и письменной форме, по билетам.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.3, ОПК.5, ПК.1.В, ПК.2.В, УК.1, 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.

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины Дисциплина по выбору аспиранта: Неконформные конечноэлементные методы в различных функциональных пространствах 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.3 способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	у1. уметь использовать вычислительный эксперимент и численное моделирование при проведении исследований	Дидактическая единица:2 Принципы построения дискретного аналога , вариационная формулировка 2.2 Разработка и верификация вычислительных схем на базе конформных и неконформных конечноэлементных методов. Выбор функционального пространства и базиса. Связь базиса со структурой дискретного аналога вариационной постановки.		Экзамен, вопрос 1.
ОПК.5 способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях	з1. знать основные технологии разработки программных комплексов в области численного моделирования	Дидактическая единица:3 Принципы построения программных комплексов 3.3 Принципы разработки и верификации программных комплексов для решения научно-исследовательских проблем		Экзамен, вопрос 3.
ПК.1.В готовность к разработке и применению математических методов моделирования объектов и явлений	з1. знать основные методы решения линейных и нелинейных краевых задач математической физики	Дидактическая единица:2 Принципы построения дискретного аналога , вариационная формулировка 2.2 Разработка и верификация вычислительных схем на базе конформных и неконформных конечноэлементных методов. Выбор функционального пространства и базиса. Связь базиса со структурой дискретного аналога вариационной постановки.		Экзамен, вопрос 2.
ПК.1.В	у1. уметь разрабатывать методы и алгоритмы для численного моделирования физических процессов	Дидактическая единица:2 Принципы построения дискретного аналога , вариационная формулировка 2.2 Разработка и верификация вычислительных схем на базе конформных и неконформных конечноэлементных методов. Выбор функционального пространства и базиса. Связь базиса со структурой		Экзамен, вопрос 2.

		дискретного аналога вариационной постановки.		
ПК.2.В готовность разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные вычислительные методы с применением современных компьютерных технологий	у2. уметь выполнять программные реализации для получения численных решений при моделировании физических процессов	Дидактическая единица:3 Принципы построения программных комплексов 3.3 Принципы разработки и верификации программных комплексов для решения научно-исследовательских проблем		Экзамен, вопрос 3.
УК.1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	з1. знать основные этапы развития науки и смены научных парадигм, системную периодизацию истории науки и техники	Дидактическая единица:1 Математическая модель физического процесса 1.1 Построение математической модели на основе законов сохранения		Экзамен, вопрос1.

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.3, ОПК.5, ПК.1.В, ПК.2.В, УК.1.

Экзамен проводится в устной и письменной форме, по билетам.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.3, ОПК.5, ПК.1.В, ПК.2.В, УК.1, 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).

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).

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины "Специальные главы направления" 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.1 владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	у1. уметь проводить вычислительный эксперимент и оценивать его результаты	Моделирование тепловых и электромагнитных полей Обратные задачи как основной инструмент обработки данных в наукоемких технологиях. Вычислительная схема решения обратных задач математической физики. Проблемы, возникающие при решении обратных задач математической физики. Пути решения. Линейные и нелинейные обратные задачи.		Зачет Вопросы 1-21
ОПК.3 способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	з1. знать общие принципы проведения научных исследований	Моделирование тепловых и электромагнитных полей Обратные задачи как основной инструмент обработки данных в наукоемких технологиях. Вычислительная схема решения обратных задач математической физики. Проблемы, возникающие при решении обратных задач математической физики. Пути решения. Линейные и нелинейные обратные задачи.		Зачет Вопросы 1,3,4-6,12,14,15,17-20
ОПК.3	у1. уметь использовать вычислительный эксперимент и численное моделирование при проведении исследований	Моделирование тепловых и электромагнитных полей Обратные задачи как основной инструмент обработки данных в наукоемких технологиях. Вычислительная схема решения обратных задач математической физики. Проблемы, возникающие при решении обратных задач математической физики. Пути решения. Линейные и нелинейные обратные задачи.		Зачет Вопросы 2,3-5,10-14,15-20
ОПК.5 способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в	у1. уметь оценивать влияние вычислительной погрешности на результаты численного моделирования	Моделирование тепловых и электромагнитных полей		Зачет Вопросы 2-5,13

других научных учреждениях				
ОПК.8 готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	з3. знать преподаваемую область научного (научно-технического) знания и (или) профессиональной деятельности и тенденции ее развития	Моделирование тепловых и электромагнитных полей Обратные задачи как основной инструмент обработки данных в наукоемких технологиях. Вычислительная схема решения обратных задач математической физики. Проблемы, возникающие при решении обратных задач математической физики. Пути решения. Линейные и нелинейные обратные задачи. Смысл операторов дивергенция и ротор. Распределенные и сосредоточенные источники векторного поля.		Зачет Вопросы 1-21
ПК.1.В готовность к разработке и применению математических методов моделирования объектов и явлений	з1. знать основные методы решения линейных и нелинейных краевых задач математической физики	Моделирование тепловых и электромагнитных полей		Зачет Вопросы 1,3,5,6,10-12
ПК.1.В	з2. знать способы построения дискретных аналогов задач по методам конечных разностей, коллокаций, наименьших квадратов, конечных элементов	Моделирование тепловых и электромагнитных полей		Зачет Вопросы 3,5,7-11
ПК.1.В	у1. уметь разрабатывать методы и алгоритмы для численного моделирования физических процессов	Моделирование тепловых и электромагнитных полей		Зачет Вопросы 6-11,14
ПК.2.В готовность разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные вычислительные методы с применением современных компьютерных технологий	з1. знать методы решения больших систем линейных уравнений с симметричными и несимметричными вещественными и комплексными матрицами	Моделирование тепловых и электромагнитных полей		Зачет Вопрос 13
ПК.2.В	у2. уметь выполнять программные реализации для получения численных решений при моделировании физических процессов	Моделирование тепловых и электромагнитных полей		Зачет Вопросы 1,3,6-8,11,12,14,21

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам

дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "**Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)**" по материалам дисциплины проводится в 4 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.3, ОПК.5, ОПК.8, ПК.1.В, ПК.2.В.

Форма проведения зачета, принцип формирования билета, примерный перечень вопросов, а также критерии оценивания сформулированы в паспорте зачета за 4-й семестр.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "**Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)**" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.3, ОПК.5, ОПК.8, ПК.1.В, ПК.2.В, 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 носят существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, 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, возможно, с некоторыми ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено в достаточной степени, 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, 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 прикладной математики

Паспорт зачета

по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины «Специальные главы направления», 4 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Аспиранту выделяется время на подготовку (2 часа). При подготовке аспирант может использовать материал и учебные пособия по курсу. Билет формируется по следующему правилу: первый и второй вопросы выбираются из вопросов по первой дидактической единице, третий вопрос – из вопросов по второй дидактической единице (список вопросов, сгруппированных в соответствии с дидактическими единицами, приведен ниже, в п.4). За первый вопрос аспирант получает оценку в диапазоне от 0 до 6 баллов, за второй – от 0 до 6 баллов, за третий – от 0 до 8 баллов.

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФПИИ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Специальные главы направления»

1. Сеточные методы. Идеи метода конечных разностей (МКР), конечных объемов (МКО). Метод конечных элементов (МКЭ), его основные отличия от других сеточных методов.
2. Решение нелинейных задач. Метод простой итерации. Метод Ньютона.
3. Общая постановка задач обработки данных. Параметризация искомой модели. Классификация задач обработки данных по способу зависимости измеряемых данных от искомых параметров

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

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если аспирант при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не имеет представления об области применения соответствующих методов, оценка составляет *менее 10 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если аспирант при ответе на вопросы дает определение основных понятий, знает область применения соответствующих методов, может привести примеры, оценка составляет *от 11 до 14 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если аспирант при ответе на вопросы формулирует основные понятия, знает область применения соответствующих методов, может записать их вычислительные схемы, используемые при их реализации, оценка составляет *от 15 до 18 баллов*.

- Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если аспирант при ответе на вопросы грамотно оперирует теоретическими понятиями, может объяснить в деталях вычислительные схемы, используемые при реализации соответствующих методов, способен провести сравнительный анализ подходов, обозначить проблемы, привести конкретные примеры из практики, оценка составляет *от 19 до 20 баллов*.

3. Шкала оценки

К зачету допускаются аспиранты, самостоятельно изучившие теоретический материал, выполнившие индивидуальное задание в рамках своего диссертационного исследования и набравшие 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.

Перевод баллов, полученных по дисциплине, в традиционную шкалу оценок осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки достижений студентов НГТУ.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Специальные главы направления»

Дидактическая единица I: Математическое моделирование в наукоемких технологиях.

1) Сеточные методы. Идеи метода конечных разностей (МКР), конечных объемов (МКО). Метод конечных элементов (МКЭ), его основные отличия от других сеточных методов.

2) Порядок аппроксимации. Порядок точности. Устойчивость. Порядок аппроксимации в МКР. Схема второго порядка. Схемы повышенного порядка точности МКР.

3) Вариационные постановки на основе МНК. Метод коллокации. Вариационные постановки, используемые в методах Рунге и Галеркина. Выбор базиса МКЭ. Фinitные функции. Сборка из локальных матриц. Конечномерные пространства. Энергетическая норма. Оценка погрешности решения в МКЭ.

4) Повышение порядка аппроксимации в МКЭ. Базисные функции Точность и вычислительные затраты. Структуры конечноэлементных матриц. Нумерация узлов, сборка глобальной матрицы, её структура.

5) Аппроксимация начально-краевых задач для дифференциальных уравнений параболического и гиперболического типов. Явные, неявные схемы.

6) Решение задач с гармоническими по времени источниками.

7) Методы описания двумерных расчётных областей. Структуры данных для описания двумерных задач. Алгоритмы построения сеток.

8) Описание трёхмерных расчётных областей. Метод тиражирующихся сечений.

9) Согласованные и несогласованные сетки и конечные элементы. Комбинированные согласованные сетки.

10) Применение узлового МКЭ для решения векторных задач.

11) Векторный МКЭ для решения задач электромагнетизма. Вариационная постановка. Принципы построения базисных вектор-функций.

12) Решение нелинейных задач. Метод простой итерации. Метод Ньютона.

13) Основные методы решения больших систем линейных уравнений с симметричными и несимметричными вещественными и комплексными матрицами

14) Скалярные и векторные поля. Графическое изображение полей. Смысл операторов дивергенция и ротор. Понятие сосредоточенных и распределенных источников.

Дидактическая единица 2: Методы и компьютерная реализация решения задач обработки данных в наукоемких технологиях

15) Общая постановка задач обработки данных. Параметризация искомой модели. Классификация задач обработки данных по способу зависимости измеряемых данных от искомых параметров.

16) Классификация задач обработки данных по размерности прямой задачи при решении обратных задач математической физики.

17) Методы решения задач оценивания параметров при явном представлении зависимости измеряемых данных от искомых параметров. Методы решения обратных задач с неявным представлением зависимости измеряемых данных от искомых параметров на основе линеаризации по методу Ньютона. Ускорение и обеспечение сходимости с использованием одномерной минимизации вдоль выбранного направления.

18) Вычислительная схема решения обратных задач гравиразведки. Вычислительная схема решения обратных задач магниторазведки.

19) Вычислительная схема решения обратных задач магнитотеллурики. Структура программного комплекса для решения обратных задач магнитотеллурики.

20) Вычислительная схема решения обратных задач электроразведки на постоянном токе. Структура программного комплекса для решения обратных задач электроразведки на постоянном токе.

21) Принципы распараллеливания решения задач обработки данных. Технологии распараллеливания на многоядерных компьютерах (в системах с общей памятью). Технологии распараллеливания в вычислительном кластере. Организация параллельных вычислений в программных комплексах, реализующих решения обратных задач математической физики.

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины "Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической физики" 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.1 владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	з2. знать основные методы верификации программ	Основные модули вычислительной части и способы их реализации, включая способы построения дискретизаций		Зачет 4 семестр, вопросы 1-7 (Блок 1), вопросы 15-17 (Блок 3)
ОПК.3 способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	у1. уметь использовать вычислительный эксперимент и численное моделирование при проведении исследований	Основные модули вычислительной части и способы их реализации, включая способы построения дискретизаций		Зачет 4 семестр, вопросы 1-7 (Блок 1), вопросы 15-17 (Блок 3)
ОПК.4 готовность организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности	з1. знать основные технологии групповой разработки программного обеспечения	Основные модули вычислительной части и способы их реализации, включая способы построения дискретизаций Разработка и реализация графической части программного комплекса (пре- и постпроцессора) и ее связь с вычислительной частью		Зачет 4 семестр, вопросы 1-7 (Блок 1), вопросы 15-17 (Блок 3), вопросы 22-28 (Блок 4)
ОПК.5 способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях	з1. знать основные технологии разработки программных комплексов в области численного моделирования	Основные модули вычислительной части и способы их реализации, включая способы построения дискретизаций Структуры данных для хранения физической модели, дискретизации расчетной области, матриц		Зачет 4 семестр, вопросы 1-7 (Блок 1), вопросы 8-14 (Блок 2), вопросы 15-17 (Блок 3)
ПК.2.В готовность разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные вычислительные методы с применением современных	у1. уметь работать с библиотеками программ для высокопроизводительных вычислений	Основные модули вычислительной части и способы их реализации, включая способы построения дискретизаций		Зачет 4 семестр, вопросы 1-7 (Блок 1), вопросы 15-17 (Блок 3)

компьютерных технологий				
ПК.2.В	у3. уметь разрабатывать эффективные программы на языках высокого уровня и тестировать их	Основные модули вычислительной части и способы их реализации, включая способы построения дискретизаций		Зачет 4 семестр, вопросы 1-7 (Блок 1), вопросы 15-21 (Блок 3)
ПК.3.В способность к реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ и их использованию при проведении вычислительного эксперимента	з1. знать структуру программного комплекса для решения задач математической физики	Основные модули вычислительной части и способы их реализации, включая способы построения дискретизаций Разработка и реализация графической части программного комплекса (пре- и постпроцессора) и ее связь с вычислительной частью Структура программного комплекса для решения задач математической физики, в том числе структура графической части (пре- и постпроцессор) и вычислительной части		Зачет 4 семестр, вопросы 1-7 (Блок 1), вопросы 15-17 (Блок 3), вопросы 22-28 (Блок 4)
ПК.3.В	у1. уметь разрабатывать фрагменты пре- и постпроцессоров программных комплексов решения задач математической физики	Разработка и реализация графической части программного комплекса (пре- и постпроцессора) и ее связь с вычислительной частью Структуры данных для хранения физической модели, дискретизации расчетной области, матриц		Зачет 4 семестр, вопросы 1-7 (Блок 1), вопросы 8-14 (Блок 2), вопросы 22-28 (Блок 4)
ПК.3.В	у2. уметь разрабатывать и эффективно реализовывать основные модули вычислительной части программного комплекса численного моделирования	Основные модули вычислительной части и способы их реализации, включая способы построения дискретизаций		Зачет 4 семестр, вопросы 1-7 (Блок 1), вопросы 15-21 (Блок 3)

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 5 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.3, ОПК.4, ОПК.5, ПК.2.В, ПК.3.В.

Форма проведения зачета, принцип формирования билета, примерный перечень вопросов, а также критерии оценивания сформулированы в паспорте зачета за 5-й семестр.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.3, ОПК.4, ОПК.5, ПК.2.В, ПК.3.В, 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 носят существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, 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, возможно, с некоторыми ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено в достаточной степени, 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, 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 прикладной математики

Паспорт зачета

по модулю "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)" по материалам дисциплины «Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической физики», 5 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Аспиранту выделяется время на подготовку (2 часа). Билет состоит из четырех теоретических вопросов по одному из каждого блока (список вопросов, сгруппированных по блокам, приведен ниже, в п.4). За каждый вопрос аспирант получает оценку в диапазоне от 0 до 5 баллов.

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФПМИ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической физики»

1. Структура программного комплекса для моделирования стационарных электромагнитных полей в задачах геофизики. Основные модули вычислительной части. Привести пример структуры для конкретной задачи.
2. Структуры данных для хранения регулярной и нерегулярной конечноэлементной сетки при использовании узлового МКЭ. Привести пример.
3. Построение локальных матриц, построение портрета и сборка конечноэлементных СЛАУ при использовании узлового метода конечных элементов.
4. Структура графических пре- и постпроцессора программного комплекса для моделирования нестационарных электромагнитных полей в задачах геофизики. Привести пример.

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

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если аспирант при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не имеет представления об области применения соответствующих методов, оценка составляет *менее 10 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если аспирант при ответе на вопросы дает определение основных понятий, знает область применения соответствующих методов, может привести примеры,

оценка составляет *от 11 до 14 баллов*.

- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если аспирант при ответе на вопросы формулирует основные понятия, знает область применения соответствующих методов, может записать их вычислительные схемы, используемые при их реализации, оценка составляет *от 15 до 18 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если аспирант при ответе на вопросы грамотно оперирует теоретическими понятиями, может объяснить в деталях вычислительные схемы, используемые при реализации соответствующих методов, способен провести сравнительный анализ подходов, обозначить проблемы, привести конкретные примеры из практики, оценка составляет *от 19 до 20 баллов*.

3. Шкала оценки

К зачету допускаются аспиранты, самостоятельно изучившие теоретический материал, выполнившие индивидуальное задание в рамках своего диссертационного исследования и набравшие 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.

Перевод баллов, полученных по дисциплине, в традиционную шкалу оценок осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки достижений студентов НГТУ.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Принципы разработки программных комплексов для решения задач математической физики»

Блок 1

- 1) Структура программного комплекса для моделирования стационарных электромагнитных полей в задачах геофизики. Основные модули вычислительной части. Привести пример структуры для конкретной задачи.
- 2) Структура программного комплекса для моделирования нестационарных электромагнитных полей в задачах геофизики. Основные модули вычислительной части. Привести пример структуры для конкретной задачи.
- 3) Структура программного комплекса для моделирования гармонических электромагнитных полей в задачах геофизики. Основные модули вычислительной части. Привести пример структуры для конкретной задачи.
- 4) Структура программного комплекса для моделирования нелинейных магнитных полей в технических устройствах. Основные модули вычислительной части. Привести пример структуры для конкретной задачи.
- 5) Структура программного комплекса для моделирования нестационарных электромагнитных полей в технических устройствах с движущимися частями. Основные модули вычислительной части. Привести пример структуры для конкретной задачи.
- 6) Структура программного комплекса для совместного моделирования нелинейных электромагнитных и тепловых полей в задачах индукционного нагрева. Основные модули вычислительной части. Привести пример структуры для конкретной задачи.

Блок 2

- 7) Структуры данных для хранения физической модели в задачах геофизики. Привести пример структуры данных для конкретной задачи.

- 8) Структуры данных для хранения физической модели в задачах моделирования нелинейных магнитных полей в технических устройствах. Привести пример структуры данных для конкретной задачи.
- 9) Структуры данных для хранения физической модели в задачах моделирования нестационарных электромагнитных полей в технических устройствах с движущимися частями. Привести пример структуры данных для конкретной задачи.
- 10) Структуры данных для хранения регулярной и нерегулярной конечноэлементной сетки при использовании узлового МКЭ. Привести пример.
- 11) Структуры данных для хранения регулярной и нерегулярной конечноэлементной сетки при использовании векторного МКЭ. Привести пример.
- 12) Структуры данных для хранения конечноэлементной матрицы разреженном строчно-столбцовом формате и в блочном разреженном строчно-столбцовом формате. Привести примеры соответствующих задач.

Блок 3

- 13) Алгоритмы построения конечноэлементных сеток.
- 14) Построение локальных матриц, построение портрета и сборка конечноэлементных СЛАУ при использовании узлового метода конечных элементов.
- 15) Построение локальных матриц, построение портрета и сборка конечноэлементных СЛАУ при использовании векторного метода конечных элементов.
- 16) Методы решения конечноэлементных СЛАУ. Особенности реализации.
- 17) Способы повышения точности расчета характеристик, вычисляемых по распределению поля, при использовании узлового и векторного метода конечных элементов.
- 18) Принципы использования параллельных технологий при решении различных задач моделирования физических процессов.

Блок 4

- 19) Структура графических пре- и постпроцессора программного комплекса для моделирования стационарных электромагнитных полей в задачах геофизики. Привести пример.
- 20) Структура графических пре- и постпроцессора программного комплекса для моделирования нестационарных электромагнитных полей в задачах геофизики. Привести пример.
- 21) Структура графических пре- и постпроцессора программного комплекса для моделирования гармонических электромагнитных полей в задачах геофизики. Привести пример.
- 22) Структура графических пре- и постпроцессора программного комплекса для моделирования нелинейных магнитных полей в технических устройствах. Привести пример.
- 23) Структура графических пре- и постпроцессора программного комплекса для моделирования нестационарных электромагнитных полей в технических устройствах с движущимися частями. Привести пример.
- 24) Структура графических пре- и постпроцессора программного комплекса для совместного моделирования нелинейных электромагнитных и тепловых полей в задачах индукционного нагрева. Привести пример.