

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет информационных технологий

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ НГУ

М.М. Лаврентьев

«03» июля 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительная математика

Направление подготовки: 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
Направленность (профиль): Программная инженерия и компьютерные науки

Форма обучения: очная

Год обучения: 3, семестр: 5

№	Вид деятельности	Семестр
		5
1	Лекции, час.	32
2	Практические занятия, час.	32
3	Лабораторные занятия, час.	
4	Занятий в контактной форме без учета промежуточной аттестации, час, из них	74
5	в электронной форме, час.	
6	из них аудиторных занятий, час.	64
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	32
8	консультаций, час.	10
9	Самостоятельная работа, час.	68
10	в том числе на выполнение письменных работ, час	
11	Форма аттестации (экзамен, зачет, дифференцированный зачет), час	Э 2
12	Всего зачетных единиц ¹	4

Новосибирск 2019

¹ С учетом выделенных часов на промежуточную аттестацию

Рабочая программа дисциплины составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА.

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА введен в действие приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 929.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1 Дисциплины (модули); обязательная часть, обязательная дисциплина.

Рабочая программа дисциплины утверждена решением Ученого совета факультета информационных технологий от 02.07.2019, протокол № 75.

Программу разработал:

профессор кафедры математики ФИТ,
доктор физико-математических наук



В.В.Остапенко

Заведующий кафедрой математики ФИТ,
доктор физико-математических наук



А.И.Кожанов

Ответственный за образовательную программу:

доцент кафедры систем информатики ФИТ,
кандидат технических наук



А.А. Романенко

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Вычислительная математика»

Дисциплина «Вычислительная математика» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, направленность (профиль): ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ по очной форме обучения на русском языке.

Курс «Вычислительная математика» содержит теоретические основы теории численных методов. Он характеризуется, с одной стороны, математической строгостью изложения и логической стройностью, с другой – широким охватом классических результатов теории и большим числом примеров их применения. В курсе изучаются прямые и итерационные методы решения алгебраических уравнений и систем таких уравнений, теория интерполяции, методы численного интегрирования и дифференцирования функций, методы численного решения начальных и начально-краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и простейших уравнений в частных производных. Материал данного курса может быть использован для разработки и применения современных численных методов для математического моделирования различных актуальных прикладных задач.

Место в образовательной программе: Дисциплина «Вычислительная математика» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам изучения следующих дисциплин: «Математический анализ» (дифференциальное, интегральное исчисление); «Алгебра и геометрия»; «Дифференциальные уравнения и теория функций комплексного переменного».

Дисциплина «Вычислительная математика» реализуется в 5 семестре в рамках обязательной части дисциплин (модулей) Блока 1 и является обязательной дисциплиной.

Дисциплина «Вычислительная математика» направлена на формирование компетенций.

Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности (ОПК-1), в части следующих индикаторов достижения компетенции:

ОПК-1.1 Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.

ОПК-1.2 Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.

ОПК-1.3 Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

Перечень основных разделов дисциплины:

1. Методы решения алгебраических уравнений.
2. Прямые и итерационные методы решения систем линейных уравнений.
3. Интерполяция функций.
4. Численное интегрирование и дифференцирование.

5. Построение разностных схем для численного решения дифференциальных уравнений.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие виды учебной работы: лекции, практические занятия, самостоятельная работа, консультации. Самостоятельная работа включает: разбор лекционного материала, выполнение домашнего задания с обязательным последующим контролем преподавателем, подготовку к контрольным работам и экзамену.

Общий объем дисциплины – 4 зачетных единиц (144 часа).

Правила аттестации по дисциплине.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Вычислительная математика» проводится в два этапа:

1) Оценочное портфолио по результатам работы в семестре, которое включает в себя две контрольные работы, два письменных домашних задания и написание программы. Оценка «зачтено» за портфолио выставляется при выполнении следующих условий:

- Программа, написанная студентом, проходит все тесты.
- Все письменные домашние задания решены правильно.
- На контрольных работах решено не менее 20 процентов всех задач.

Оценка «зачтено» является условием успешного прохождения 1 этапа промежуточной аттестации.

2) Экзамен, который проводится в устной форме. Экзаменационный билет промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины включает теоретический вопрос и задачу по теме, отличающейся от вопроса. В процессе экзамена студенту могут быть заданы дополнительные вопросы по темам дисциплины. Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации. Оценка «отлично» соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции. Оценка «хорошо» соответствует базовому уровню сформированности компетенции. Оценка «удовлетворительно» соответствует пороговому уровню сформированности компетенции. Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если компетенция не сформирована.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

Киреев В.И., Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах: Учебное пособие. – 4-е изд., испр. – Спб: Издательство «Лань», 2015. – 448 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература.) <https://e.lanbook.com/reader/book/65043/#2>

1. Внешние требования к дисциплине

Таблица 1.1

Компетенция ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности, в части следующих индикаторов достижения компетенции:	
ОПК-1.1	Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.
ОПК-1.2	Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.
ОПК-1.3	Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Иметь представление об основах теории численных методов. Знать и уметь применять прямые и итерационные методы решения алгебраических уравнений и систем таких уравнений. Владеть численными методами интерполирования функций. Уметь численно интегрировать и дифференцировать функции. Владеть методами численного решения начальных и начально-краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и простейших уравнений в частных производных.

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий		
	Лекции	Практики / семинары	Самостоятел ьная работа
ОПК-1.1 Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.			
1. Иметь представление об основах теории численных методов	+		+
2. Знать основы теории интерполяции	+	+	+
3. Знать теорию итерационных методов решения алгебраических уравнений и систем уравнений	+	+	+
4. Знать методы численного интегрирования и дифференцирования функций	+	+	+
5. Иметь представление об основах теории разностных схем	+		+
ОПК-1.2 Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.			
6. Уметь строить интерполяционные многочлены в форме Лагранжа и Ньютона и оценивать их точность		+	+
7. Уметь применять стандартные формулы численного интегрирования и дифференцирования функций		+	+
8. Уметь строить разностные схемы, аппроксимирующие дифференциальные уравнения и задачи	+	+	+
9. Уметь строить общие и частные решения линейных разностных схем	+	+	+
10. Знать основные разностные схемы, аппроксимирующие линейное уравнение переноса	+	+	+
ОПК-1.3 Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов			

профессиональной деятельности.			
11. Владеть численными методами решения алгебраических уравнений и систем уравнений		+	+
12. Уметь исследовать сходимость решений разностных задач к решениям аппроксимируемых дифференциальных задач	+	+	+
13. Уметь исследовать монотонность разностных схем	+	+	+
14. Уметь исследовать устойчивость разностных схем	+	+	+

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 5			
1. Итерационные методы решения алгебраических уравнений	0	2	1, 3
2. Прямые и итерационные методы решения линейных систем уравнений	0	4	1, 3
3. Интерполяция функций	0	4	1, 2
4. Численное интегрирование	0	4	1, 4
5. Численное дифференцирование	0	4	1, 4
6. Аппроксимация разностными схемами дифференциальных уравнений и задач	0	2	1, 5, 8
7. Построение общих и частных решений линейных разностных схем	0	3	1, 5, 9
8. Сходимость решений разностных задач к решениям аппроксимируемых дифференциальных задач	0	3	1, 5, 12
9. Разностные схемы, аппроксимирующие простейшие гиперболические уравнения и систему уравнений	0	2	1, 5, 10
10. Критерий Годунова монотонности разностных схем	0	2	1, 5, 13
11. Устойчивость линейных разностных схем	0	2	1, 5, 14
Итого		32	

Таблица 3.2

Темы практических занятий (семинарских)	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Тема 1. Построение алгоритма численного решения кубического уравнения	2	2	3, 11	Освоение методов численного решения алгебраических уравнений
Тема 2. Итерационные алгоритмы нахождения корней алгебраических уравнений	2	2	3, 11	Освоение итерационных методов численного решения алгебраических уравнений
Тема 3. Прямые и итерационные методы решения линейных систем	4	4	3, 11	Освоение прямых и итерационных методов решения линейных систем

уравнений				уравнений
Тема 4. Интерполяция	3	3	2, 6	Построение интерполяционных многочленов в форме Лагранжа и Ньютона и оценка их точности
Тема 5. Численное интегрирование	3	3	4, 7	Применение основных формул численного интегрирования (трапеций, прямоугольников, парабол) и оценка их точности
Тема 6. Численное дифференцирование	4	4	4, 7	Построение разностных операторов, которые с заданным порядком аппроксимируют производные гладких функций
Тема 7. Аппроксимация разностными схемами дифференциальных уравнений и задач	2	2	8	Построение разностных схем (в том числе компактных), которые с заданной точностью аппроксимируют дифференциальные уравнения и задачи
Тема 8. Построение общих и частных решений линейных разностных схем	3	3	9	Освоение методов построения общих и частных решений линейных разностных схем
Тема 9. Сходимость решений разностных задач к решениям аппроксимируемых дифференциальных задач	4	4	12	Изучение сходимости решений конкретных разностных задач к решениям аппроксимируемых дифференциальных задач
Тема 10. Монотонность и устойчивость разностных схем, аппроксимирующих линейное уравнение переноса	5	5	10, 13, 14	Построение основных разностных схем (в частности, схем Годунова, Лакса, Лакса-Вендрофа), анализ их монотонности и устойчивости
Итого	32	32		

4. Самостоятельная работа студентов

Таблица 4.1

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	Подготовка к практическим занятиям по теме 1.	1, 3, 11	10	2
	Создание программы для численного решения кубического уравнения. Ее отладка на компьютере и проведение серии тестовых расчетов.			
2	Подготовка к практическим занятиям по темам 2-10.	1-14	26	4
	Самостоятельный разбор материала разделов 1-14. Выполнение домашних заданий, проверка которых проводится вначале каждого семинарского занятия.			

3	Подготовка к контрольным работам	1-14	8	2
	Студенты повторяют пройденный материал и готовятся к решению задач, которые будут предложены на контрольных работах			
4	Подготовка к экзамену	1-14	24	2
	Подготовка к экзамену по вопросам, подготовленных лектором			
Итого			68	10

5. Образовательные технологии

Лекционный материал включает в себя все темы, перечисленные в структуре курса. Курс в большей степени основан на классических учебниках и монографиях, ведущих ученых, связанных с темой «Вычислительная математика». Изложение лекций предполагает разумный диалог со слушателями и ответы на возникающие у них вопросы. Лекционное изложение материала сочетается с проведением семинарских занятий. На семинарских занятиях студенты обучаются применению теоретических знаний к решению конкретных задач. Практические занятия проходят в форме активного общения студентов с преподавателем путем обсуждения и применения методов и алгоритмов решения задач, физического осмысления полученных результатов. Самостоятельная работа бакалавра состоит в выполнении домашних заданий и контрольных работ, подкрепляющих лекционный материал.

Таблица 5.1

1	Обучение на основе опыта	ОПК-1.2
Формируемые умения: Уметь использовать теорию численных методов в конкретных приложениях для решения практических задач.		
Краткое описание применения: активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации собственного опыта с предметом изучения.		
2	Междисциплинарное обучение	ОПК-1.3
Формируемые умения: Уметь правильно и корректно выстраивать схему рассуждений при формулировке и получении результата (при решении практических задач)		
Краткое описание применения: использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.		
3	Индивидуальное обучение	ОПК-1.3
Формируемые умения: Уметь правильно и корректно выстраивать схему рассуждений при формулировке и получении результата (при решении практических задач)		
Краткое описание применения: выстраивание студентом собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной образовательной программы с учетом интересов студента.		

Для организации и контроля самостоятельной работы студентов, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов). (таблица 5.2).

Таблица 5.2

Информирование	ostigil@mail.ru
----------------	--

Консультирование	ostigil@mail.ru
Контроль	ostigil@mail.ru
Размещение учебных материалов	-

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

По дисциплине «Вычислительная математика» проводится текущая и промежуточная (итоговая по дисциплине) аттестации.

Текущая аттестация (портфолио) включает в себя две контрольные работы, два письменных домашних задания и написание программы. Оценка «зачтено» за портфолио выставляется при выполнении следующих условий:

- Программа, написанная студентом, проходит все тесты.
- Все письменные домашние задания решены правильно.
- На контрольных работах решено не менее 20 процентов всех задач.

Оценка «зачтено» является условием успешного прохождения 1 этапа промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация (итоговая по дисциплине) проводится в форме устного экзамена в конце семестра. Экзаменационный билет по итогам освоения дисциплины включает теоретический вопрос и задачу по теме, отличающейся от вопроса. В процессе экзамена студенту могут быть заданы дополнительные вопросы по темам дисциплины. По результатам экзамена выставляется оценка «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Оценки «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» означают успешное прохождение итоговой аттестации.

В таблице 6.1 представлено соответствие форм аттестации заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.1

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы аттестации	
		1 этап - портфолио	2 этап - экзамен
ОПК.1	ОПК-1.1 Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	+	+
	ОПК-1.2 Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	+	+
	ОПК-1.3 Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	+	+

Оценочные средства, а также критерии оценки сформированности компетенций и освоения дисциплины в целом, представлены в Фонде оценочных средств, являющемся приложением 1 к настоящей рабочей программе дисциплины.

7. Литература

1. Бахвалов, Николай Сергеевич. Численные методы : [учеб. пособие для физ.-мат. спец. вузов] / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. 6-е изд. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 636 с. : ил. ; 25 см. (Классический университетский учебник) . ISBN 978-5-94774-815-4. (58 экз)
2. Самарский, Александр Андреевич. Теория разностных схем: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика" / А.А. Самарский. 2-е изд., испр. Москва : Наука, 1983. 616 с. : ил. . (51 экз.)
3. Марчук, Гурий Иванович. Методы вычислительной математики: Учебное пособие. 4-е изд., стер. – Спб: Издательство «Лань», 2009. – 608 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература); <https://e.lanbook.com/reader/book/255/#2>

Интернет-ресурсы

Таблица 7.1

№ п/п	Наименование Интернет-ресурса	Краткое описание
1	Журнал «Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://journals.nsu.ru/jit/ – Загл. с экрана	Полнотекстовые электронные копии статей в области вычислительных методов (с 2006 года).

8. Учебно-методическое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Учебно-методическое обеспечение

Киреев В.И., Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах: Учебное пособие. – 4-е изд., испр. – Спб: Издательство «Лань», 2015. – 448 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература.) <https://e.lanbook.com/reader/book/65043/#2>

8.2. Программное обеспечение

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Специализированное ПО не требуется.

9. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI
2. БД Scopus (Elsevier)
3. Лицензионные материалы на сайте eLibrary.ru

10. Материально-техническое обеспечение

Таблица 10.1

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для проведения лекционных занятий
2	Компьютерный класс (с выходом в Internet)	Для организации самостоятельной работы обучающихся

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет информационных технологий

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ НГУ

М.М. Лаврентьев

«03» июля 2019 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
по дисциплине Вычислительная математика**

Направление подготовки: 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направленность (профиль): Программная инженерия и компьютерные науки

Квалификация: бакалавр

Форма обучения: очная

Год обучения: 3, семестр 5

Форма аттестации	Семестр
Экзамен	5

Новосибирск 2019

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине является **Приложением 1** к рабочей программе дисциплины «Вычислительная математика», реализуемой в рамках образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль): Программная инженерия и компьютерные науки.

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине утвержден решением ученого совета факультета информационных технологий, протокол № 75 от 02.07.2019.

Разработчики:

профессор кафедры математики ФИТ,
доктор физико-математических наук



В.В.Остапенко

Заведующий кафедрой математики ФИТ,
доктор физико-математических наук



А.И.Кожанов

Ответственный за образовательную программу:
доцент кафедры систем информатики ФИТ,
кандидат технических наук



А.А. Романенко

1. Содержание и порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1.1. Общая характеристика содержания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Вычислительная математика» проводится по завершению периода освоения образовательной программы (семестра) для оценки сформированности компетенций в части следующих индикаторов достижения компетенции (таблица П1.1).

Таблица П1.1

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины «Вычислительная математика»	Семестр 5	
		1 этап - портфолио	2 этап – экзамен
	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности		
ОПК-1.1	Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	+	+
ОПК-1.2	Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	+	+
ОПК-1.3	Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	+	+

Промежуточная аттестация включает 2 этапа:

1. Портфолио
2. Устный экзамен.

Все компетенции, формируемые в рамках дисциплины, оцениваются как через портфолио, так и на устном экзамене.

Портфолио состоит из результатов двух контрольных работ, письменных домашних заданий и сдачи программы. Необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации является оценка «зачтено» по результатам всех выполненных и сданных в течение семестра заданий и контрольных (портфолио).

Экзаменационный билет по итогам освоения дисциплины включает теоретический вопрос и задачу по теме, отличающейся от вопроса. По результатам экзамена выставляется оценка «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Оценки «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» означают успешное прохождение итоговой аттестации.

1.2. Порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и включает 2 этапа: портфолио и экзамен. Необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации является оценка «зачтено» по результатам всех выполненных и сданных в течение семестра заданий и контрольных (портфолио).

Оценка «зачтено» за портфолио выставляется при выполнении следующих условий:

- 1) Программа, написанная студентом, проходит все тесты.
- 2) Письменные домашние задания решены правильно.
- 3) На контрольных работах решено не менее 20 процентов всех задач.

Экзамен проводится в устной форме. В процессе экзамена студенту могут быть заданы дополнительные вопросы по темам дисциплины. По результатам экзамена выставляется оценка «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Оценки «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» означают успешное промежуточной аттестации.

2. Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения промежуточной аттестации по дисциплине, представлен в таблице П1.2.

Таблица П1.2

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Этап 1 — портфолио			
1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
2	Разноуровневые задачи и задания	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;	Комплект разноуровневых задач и заданий
3	Написание программы	Средство проверки умения применять полученные знания для решения конкретной практической задачи.	Алгоритм программы
Этап 2 - экзамен			

4	Экзаменационный билет	Комплекс вопросов и задач	Список теоретических вопросов и задач
---	-----------------------	---------------------------	---------------------------------------

2.1. Требования к структуре и содержанию оценочных средств аттестации

2.1.1 Требования к структуре и содержанию портфолио.

Портфолио должно содержать результаты двух контрольных работ, двух письменных домашних работ и результаты прохождения тестов программы студентов.

Каждая контрольная работа состоит из пяти-шести задач по следующим темам:

- Итерационные методы решения алгебраических уравнений
- Прямые и итерационные методы решения линейных систем уравнений
- Интерполяция функций
- Численное интегрирование
- Численное дифференцирование
- Аппроксимация разностными схемами дифференциальных уравнений и задач
- Построение общих и частных решений линейных разностных схем
- Сходимость решений разностных задач к решениям аппроксимируемых дифференциальных задач
- Разностные схемы, аппроксимирующие простейшие гиперболические уравнения и системы уравнений
- Критерий Годунова монотонности разностных схем
- Устойчивость линейных разностных схем

В первой письменной домашней работе студент должен доказать явную формулу для конечных разностей. Во второй письменной домашней работе студент должен вывести кубическую формулу численного интегрирования и оценить её точность.

Программа студента должна реализовывать алгоритм нахождения корней кубического уравнения.

2.1.2. Форма и перечень вопросов экзаменационного билета

Экзаменационный билет состоит из теоретического вопроса и задачи на тему, не связанную с вопросом.

Форма экзаменационного билета

Таблица П1.3

Новосибирский государственный университет Экзамен
Вычислительная математика наименование дисциплины
09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА Программная инженерия и компьютерные науки наименование образовательной программы
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

1. Вопрос из категории 1
2. Задача из категории 2.

Составитель

В.В. Остапенко

(подпись)

Ответственный за образовательную программу

А.А. Романенко

(подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Перечень вопросов экзамена, структурированный по категориям, представлен в таблице П1.4

Таблица П1.4

Категория	Формулировка вопроса
Категория 1 (ОПК-1)	Вопрос 1. Вывод интерполяционного многочлена в форме Лагранжа и оценка его точности. Пример.
	Вопрос 2. Вывод интерполяционного многочлена в форме Ньютона. Пример.
	Вопрос 3. Разделенные разности. Вывод явной формулы их записи.
	Вопрос 4. Симметричный разностный оператор с k-ым порядком аппроксимирующий нечетную производную. Пример.
	Вопрос 5. Формула численного интегрирования прямоугольников (симметричная) и ее точность.
	Вопрос 6. Формула трапеций численного интегрирования и ее точность.
	Вопрос 7. Формула парабол численного интегрирования и ее точность.
	Вопрос 8. Разностный оператор с k-ым порядком, аппроксимирующий n-ю производную. Пример.
	Вопрос 9. Симметричный разностный оператор с k-ым порядком аппроксимирующий четную производную. Пример.
	Вопрос 10. Решение задачи Коши для линейного уравнения переноса.
	Вопрос 11. Критерий Годунова монотонности разностных схем и пример его применения.
	Вопрос 12. Необходимое и достаточное условие сходимости метода простой итерации решения алгебраических уравнений.
	Вопрос 13. Основные нормы вектора и матрицы. Корректная постановка задачи решения СЛАУ. Обусловленность матрицы.
	Вопрос 14. Теорема об LU-разложении матриц и ее применение для решения СЛАУ (метод Гауса). Схема единственного деления. Метод Гауса с выбором главного элемента по столбцу.
	Вопрос 15. Канонический вид двухслойного итерационного метода решения СЛАУ. Стационарный и нестационарный методы. Вектора точности и невязки. Теорема о необходимом и достаточ-

Категория	Формулировка вопроса
	ном условия сходимости с доказательством для случая симметричных матриц.
	Вопрос 16. Теорема Самарского о сходимости итерационного метода решения СЛАУ.
	Вопрос 17. Метод Якоби решения СЛАУ. Теорема о сходимости для матриц с диагональным преобладанием
	Вопрос 18. Метод Якоби решения СЛАУ. Теорема о сходимости на основе теоремы Самарского.
	Вопрос 19. Метод Зейделя решения СЛАУ и теорема о его сходимости.
	Вопрос 20. Метод простой итерации решения СЛАУ и теорема о его сходимости. Выбор итерационного параметра, в том числе оптимального.
	Вопрос 21. Разностный оператор аппроксимирующий n-ю производную на минимальном (n+1)-точечном шаблоне.
	Вопрос 22. Теорема о порядке аппроксимации разностной схемой дифференциального уравнения. Пример повышения порядка аппроксимации за счет дифференциальных следствий аппроксимируемого уравнения.
	Вопрос 23. Компактная разностная схема с k-ым порядком аппроксимирующая дифференциальное уравнение n-го порядка. Пример.
	Вопрос 24. Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами. Построение общих решений в случае простых и кратных действительных корней характеристического уравнения. Пример.
	Вопрос 25. Решение линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами в случае комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения. Пример.
Категория 2 (ОПК-1)	Задача 1. Исследование монотонности и устойчивости схемы Годунова.
	Задача 2. Исследование устойчивости схемы Крест.
	Задача 3. Исследование устойчивости разностной схемы $\frac{w_j^{n+1} - w_j^n}{\tau} + a \frac{w_{j+1}^n - w_j^n}{h} = 0, \quad a > 0.$
	Задача 4. Исследование устойчивости неявной разностной схемы $\frac{w_j^{n+1} - w_j^n}{\tau} + a \frac{w_{j+1}^{n+1} - w_{j-1}^{n+1}}{2h} = 0.$
	Задача 5. Исследование монотонности и устойчивости схемы Лакса.

Категория	Формулировка вопроса
	Задача 6. Исследование монотонности и устойчивости разностной схемы $\frac{w_j^{n+1} - w_j^n}{\tau} + a \frac{w_{j+1}^n - w_{j-1}^n}{2h} = 0.$
	Задача 7. Построить разностный оператор, со вторым порядком аппроксимирующий y'' на шаблоне $M = \{0,1,2,3\}$.
	Задача 8. Построить итерационные алгоритмы для нахождения корней уравнения $e^x = x + 2$. Дать графическую иллюстрацию.
	Задача 9. Построить итерационные алгоритмы для нахождения корней уравнения $e^{x-2} = x$. Дать графическую иллюстрацию.
	Задача 10. Построить итерационные алгоритмы для нахождения корней уравнения $\ln(x + 2) = x$. Дать графическую иллюстрацию.
	Задача 11. Построить разностный оператор, с третьим порядком аппроксимирующий y' на шаблоне $M = \{0,1,2,3\}$.
	Задача 12. Построить компактную разностную схему, которая с четвёртым порядком на трёхточечном шаблоне аппроксимирует уравнение $y' = g$.
	Задача 13. Построить компактную разностную схему, которая с четвёртым порядком на трёхточечном шаблоне аппроксимирует уравнение $y'' = g$.
	Задача 14. Построить симметричный разностный оператор, с четвёртым порядком аппроксимирующий y'' на шаблоне $M = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$.
	Задача 15. Построить общее решение разностного уравнения $y_{j+3} - 2y_{j+2} - y_{j+1} + 2y_j = 0.$
	Задача 16. Построить решение разностной задачи $\frac{y_{j+1} - y_j}{h} = y_j, \quad y_0 = 1,$ и исследовать его сходимость к решению аппроксимируемой дифференциальной задачи $y' = y, y(0) = 1$.
	Задача 17. Построить решение разностной краевой задачи $y_{j+2} + y_{j+1} - 2y_j = 0, \quad y_0 = 0, \quad y_4 = 15.$
	Задача 18. Построить решение разностной краевой задачи $y_{j+2} - y_{j+1} - 2y_j = 0, \quad y_0 = 0, \quad y_4 = 15.$
	Задача 19. Построить симметричный разностный оператор, с четвёртым порядком аппроксимирующий y' на шаблоне $M = \{-3, -1, 1, 3\}$.
	Задача 20. Построить решение разностной задачи

Категория	Формулировка вопроса
	<p>и исследовать его сходимость к решению аппроксимируемой дифференциальной задачи $y' = y, y(0) = 1$.</p> $\frac{y_{j+1} - y_j}{h} = \frac{y_j + y_{j+1}}{2}, \quad y_0 = 1,$
	<p>Задача 21. Для чисел обусловленности матриц A, B и AB доказать неравенство</p> $\nu(AB) \leq \nu(A)\nu(B).$
	<p>Задача 22. Вычислить число обусловленности $\nu_\infty(A)$ для матрицы</p> $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \alpha & 1 \end{pmatrix}$
	<p>Задача 23. Итерационный процесс записать в каноническом виде и выяснить, к решению какой СЛАУ он сходится.</p> $2x_1^{k+1} - x_2^k = 1, \quad 2x_2^{k+1} - x_1^{k+1} = 1$
	<p>Задача 24. Для решения СЛАУ</p> $2x_1 - x_2 = 1, \quad 2x_2 - x_1 = 1$ <p>применить метод Якоби и доказать его сходимость.</p>

Набор экзаменационных билетов формируется и утверждается в установленном порядке в начале учебного года при наличии контингента обучающихся, завершающих освоение дисциплины «Вычислительная математика» в текущем учебном году.

3. Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по дисциплине

Таблица П1.5

Шифр компетенций	Структурные элементы оценочных средств	Показатель сформированности	Не сформирован	Пороговый уровень	Базовый уровень	Продвинутый уровень
ОПК-1	Экзамен Портфолио	ОПК-1.1 Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Знания отсутствуют или носят фрагментарный характер; <i>Расшифровка</i> Студент не ориентируется в основных понятиях, определениях и формулировках теорем.	Знания присутствуют, но содержат пробелы; <i>Расшифровка</i> Студент в основном знает основные понятия, определения и формулировки теорем, но затрудняется с их обоснованием и доказательством.	Знания в целом сформированы; студент в состоянии их применить к указанным экзаменационным в билете вопросам, ответ содержит отдельные недочеты. <i>Расшифровка</i> Студент в целом овладел теорией численных методов, но имеет пробелы в знании отдельных разделов курса.	Знания полностью сформированы. <i>Расшифровка</i> Студент полностью освоил теорию численных методов.
ОПК-1	Экзамен Портфолио	ОПК-1.2 Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Умения отсутствуют или носят фрагментарный характер; <i>Расшифровка:</i> студент не может решать стандартные задачи курса	Умения присутствуют, но содержат пробелы; <i>Расшифровка:</i> студент испытывает затруднения при решении стандартных задач, нуждается в подсказках.	Умения в целом сформированы; студент в состоянии их применять к указанным в экзаменационном билете задачам, ответ содержит отдельные недочеты. <i>Расшифровка:</i>	Умения полностью сформированы. <i>Расшифровка</i> Студент полностью освоил методы численного решения стандартных задач

					Студент в целом овладел навыками решения конкретных задач, но допускает отдельные ошибки	
ОПК-1	Экзамен Портфолио	ОПК-1.3 Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	<p>Навыки отсутствуют или носят фрагментарный характер;</p> <p>Расшифровка: студент не имеет представления о подходах к численному решению стандартных задач</p>	<p>Навыки присутствуют, но содержат пробелы;</p> <p>Расшифровка: студент испытывает затруднения при создании численных методов для решения стандартных задач. Нуждается в подсказках.</p>	<p>Навыки в целом сформированы; студент в состоянии их применять к решению задач, приведенных в экзаменационном билете, ответ содержит отдельные недочеты.</p> <p>Расшифровка: Студент в целом овладел навыками решения конкретных задач, но допускает отдельные ошибки</p>	<p>Навыки полностью сформированы.</p> <p><i>Расшифровка:</i> Студент полностью освоил теорию и практику численного моделирования.</p>

4. Критерии выставления оценок по результатам промежуточной аттестации по дисциплине

Результаты промежуточной аттестации в 5 семестре определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка «отлично» соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции.

Оценка «хорошо» соответствует базовому уровню сформированности компетенции.

Оценка «удовлетворительно» соответствует пороговому уровню сформированности компетенции.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если компетенция не сформирована.

