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

Паспорт экзамена

по дисциплине «Численные методы технической физики», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в форме письменного тестирования.

Тестовые задания охватывают все содержание «Численные методы технической физики»

Тест состоит из 35 вопросов различного вида и позволяет проверить результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

2. освоения индикаторов достижения компетенций

Выполнение теста засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент правильно ответил на все вопросы теста, знает определения всех понятий, продемонстрировал способность безошибочно устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями, выявлять проблемы, предлагать механизмы их решения, представляет количественные и качественные характеристики определенных процессов и не допускает ошибок при решении задач. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 35 до 40 баллов.*

Выполнение теста засчитывается на **базовом** уровне, если студент правильно ответил на ⅔ вопросов теста, знает определения основных понятий, продемонстрировал способность устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями, правильно характеризует процессы, явления, не допускает существенных ошибок при решении задач. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до 27 баллов.*

Выполнение теста засчитывается на **пороговом** уровне, если студент правильно ответил от ½ до ⅔ вопросов теста, знает определения основных понятий, продемонстрировал способность устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями, при решении задач допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 26 до 20 баллов.*

Выполнение теста считается **неудовлетворительным**, если студент правильно ответил менее чем на половину вопросов теста, не знает определений понятий, не продемонстрировал способность устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями, при решении задач допускает принципиальные ошибки. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе

компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 20 баллов.*

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине .

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

4. Примерный тест для экзамена

Утверждаю:
Зав. кафедрой _Выч. Технол. Иткина Н.Б.
«____» _____ 20_ г.

Тест

по дисциплине «Численные методы технической физики»[1]

1. **Опишите идею метода наименьших квадратов для аппроксимации табличных функций**

Опишите идею метода наименьших квадратов для аппроксимации табличных функций

Задаётся класс аппроксимирующих функций (например, многочлены степени m), коэффициенты разложения выбираются так, чтобы минимизировать сумму квадратов отклонений в опорных точках. Необходимое условие минимума – равенство нулю частных производных по коэффициентам разложения, что приводит к системе линейных уравнений. В отличие от интерполяции график МНК не обязан проходить через табличные точки; метод сглаживает случайные погрешности данных

2. **Неубывающая функция задана в виде таблицы из пяти опорных точек. Необходимо вычислить первую производную данной функции в опорных точках. Какие методы полиномиальной интерполяции можно применить?**

Неубывающая функция задана в виде таблицы из пяти опорных точек. Необходимо вычислить первую производную данной функции в опорных точках. Какие методы полиномиальной интерполяции можно применить?

Поскольку точек пять, можно построить интерполяционный многочлен степени не выше 4 (глобальная интерполяция). Методы: Многочлен Лагранжа

[1] Правильные ответы выделены жирным шрифтом

(или Ньютона с разделёнными разностями), затем аналитически продифференцировать и вычислить значения в узлах. Кубический сплайн (сплайновая интерполяция) — даёт гладкую производную; для 5 точек можно построить сплайн с непрерывной второй производной

3. Перечислите стратегии повышения точности аппроксимации функции, заданной таблично

Перечислите стратегии повышения точности аппроксимации функции, заданной таблично

Увеличение числа опорных точек (измельчение сетки), повышение степени интерполирующего многочлена, использование сплайнов вместо глобальных многочленов, выбор оптимальных узлов (узлы Чебышёва) вместо равномерных, применение МНК со сглаживанием, если данные зашумлены

4. Для интерполяционного многочлена Лагранжа верно, что ...

Для интерполяционного многочлена Лагранжа верно, что ...

- Значения его первой производной совпадают со значениями производной аппроксимируемой функции
- Его можно построить для любой аппроксимируемой функции
- **Его значения совпадают со значениями табличной функции**
- **Интерполяционный полином Лагранжа применяется для глобальной интерполяции**

5. Последовательно выбраны одиннадцать моментов времени наблюдения некоторой физической величины. Какие методы полиномиальной аппроксимации можно применить для дальнейшего анализа этой величины?

Последовательно выбраны одиннадцать моментов времени наблюдения некоторой физической величины. Какие методы полиномиальной аппроксимации можно применить для дальнейшего анализа этой величины?

Для одиннадцати последовательных моментов времени можно применить глобальную интерполяцию многочленом степени не выше десятой по Лагранжу или Ньютону, однако для равномерных точек высок риск эффекта Рунге, поэтому для дальнейшего анализа это не рекомендуется. Более разумно использовать кусочно-полиномиальную интерполяцию, кубический сплайн, метод наименьших квадратов с многочленом невысокой степени, при зашумлённых данных – сглаживающие сплайны.

6. Для естественного кубического интерполяционного сплайна верно, что ...

Для естественного кубического интерполяционного сплайна верно, что ...

- Имеет третий порядок точности
- **Точно аппроксимирует все полиномы до третьей степени включительно**
- **Его значения в опорных точках совпадают со значениями табличной функции**
- Используется только для аппроксимации монотонных функций

7. Вычислить значение табличной функции в точке x = 0.23

Вычислить значение табличной функции в точке x = 0.23

x	0.1	0.2	0.3
f(x)	0.01	0.04	0.09

0.0529

8. Перечислите стратегии повышения точности вычисления определённого интеграла при использовании квадратурных формул семейства Ньютона-Котеса

Перечислите стратегии повышения точности вычисления определённого интеграла при использовании квадратурных формул семейства Ньютона-Котеса

9. Как повысить точность вычисления интеграла при использовании квадратурной формулы средних прямоугольников?

Как повысить точность вычисления интеграла при использовании квадратурной формулы средних прямоугольников?

$$\int_0^{\pi} sin(x)dx$$

Формула средних прямоугольников имеет второй порядок аппроксимации, поэтому точность повышается измельчением шага при переходе к составной формуле, когда погрешность убывает как $O(h^2)$. Дополнительно можно применить экстраполяцию Ричардсона

10. Известно, что при вычислении определённого интеграла на трёх вложенных сетках была получена следующая последовательность относительных погрешностей: 1%, 0.5% и 0.25%. Можно ли применить уточнение по Ричардсону?

Известно, что при вычислении определённого интеграла на трёх вложенных сетках была получена следующая последовательность относительных погрешностей: 1%, 0.5% и 0.25%. Можно ли применить уточнение по Ричардсону?

Можно, но уточнение может не дать ожидаемого порядка. Здесь при измельчении сетки вдвое погрешность уменьшается вдвое, что соответствует линейной сходимости. Для классических квадратур характерны порядки > 1

11. Какие квадратурные формулы будут точными при вычислении данного интеграла?

Какие квадратурные формулы будут точными при вычислении данного интеграла?

$$\int_0^1 x^4 dx$$

Квадратуры Гаусса с числом узлов не менее 3

12. Для семейства квадратурных формул Ньютона-Котеса верно, что ...

Для семейства квадратурных формул Ньютона-Котеса верно, что ...

- Это квадратурные формулы наибольшей точности
- **К данным квадратурным формулам не относится метод средних прямоугольников**
- Увеличение порядка аппроксимации происходит только при нечётных степенях интерполирующего полинома
- **Увеличение порядка аппроксимации происходит только при чётных степенях интерполирующего полинома**

13. Какие квадратурные формулы будут точными при вычислении данного интеграла?

Какие квадратурные формулы будут точными при вычислении данного интеграла?

$$\int_0^1 x^2 dx$$

Метод Симпсона, квадратуры Гаусса с числом узлов не менее 2

14. Выбрать правильные высказывания:

Выбрать правильные высказывания:

- **Если амплитудный спектр сигнала содержит ненулевые компоненты только в начале и конце, то такой сигнал называется низкочастотным**
- **Если амплитудный спектр сигнала содержит ненулевые компоненты только в своей середине, то такой сигнал называется высокочастотным**
- Если амплитудный спектр сигнала содержит ненулевые компоненты только в своей середине, то такой сигнал называется низкочастотным

- Если амплитудный спектр сигнала содержит ненулевые компоненты только в начале и конце, то такой сигнал называется высокочастотным

15. Известно, что вектор наблюдений имеет длину, равную степени двойки. Как сократить число действий в дискретном преобразовании Фурье?

Известно, что вектор наблюдений имеет длину, равную степени двойки. Как сократить число действий в дискретном преобразовании Фурье?

Для сокращения числа действий используется быстрое преобразование Фурье

16.Дан вектор z = (1,1,1). Выполните для него преобразование Фурье

Дан вектор z = (1,1,1). Выполните для него преобразование Фурье

(3, 0, 0), спектр содержит только нулевую частоту, что соответствует постоянному вектору

17. Амплитудный спектр сигнала показывает ...

Амплитудный спектр сигнала показывает ...

- **Количество частот, присутствующих в исходном векторе сигнала**
- Начальный угол, на который сдвинута соответствующая гармоника
- **Амплитуду гармоник, которые присутствуют в исходном сигнале**
- Влияние фазы на амплитуду сигнала

18. Как достигается частотная локализованность вэйвлет-базисов?

Как достигается частотная локализованность вэйвлет-базисов?

Вэйвлеты получаются из материнского вэйвлета масштабированием и сдвигом. При увеличении масштаба функция (вектор) сжимается во времени, и её спектр смещается в область высоких частот, при уменьшении – растягивается и локализуется в низких частотах. Таким образом, каждый вэйвлет обладает собственной частотной полосой, а за счёт сдвигов покрывает всю координатную ось

19. Выбрать правильные высказывания:

Выбрать правильные высказывания:

- Для вектора сигнала длины 512 нельзя выполнить фазу анализа третьего этапа при использовании базиса Добеши (D6)
- Для вектора сигнала длины 512 фаза анализа первого этапа заканчивается двумя наборами вэйвлет-коэффициентов длины 512
- **Для вектора сигнала длины 512 фаза анализа первого этапа заканчивается двумя наборами вэйвлет-коэффициентов длины 256**
- **Для вектора сигнала длины 512 можно выполнить фазу анализа четвёртого этапа при использовании базиса Хаара**

20. В наблюдениях некоторого сигнала присутствуют помехи. Как подавить помехи с помощью дискретного вэйвлет-преобразования?

В наблюдениях некоторого сигнала присутствуют помехи. Как подавить помехи с помощью дискретного вэйвлет-преобразования?

Выполняется дискретное вэйвлет-преобразование сигнала, в результате чего получаются аппроксимирующие низкочастотные и детализирующие высокочастотные коэффициенты на нескольких уровнях. Помехи и шум обычно сосредоточены в детализирующих коэффициентах на мелких масштабах. Затем применяется пороговая обработка, обнуление либо уменьшение малых детализирующих коэффициентов, причём порог выбирается по оценке уровня шума. После этого выполняется обратное вэйвлет-преобразование по обработанным коэффициентам, и получается очищенный сигнал

21. Выбрать правильные высказывания:

Выбрать правильные высказывания:

- Матрица дискретного вэйвлет-преобразования может быть вырожденной
- **Для вектора сигнала длины 128 можно построить вэйвлет-базис третьего этапа**
- **Дискретное вэйвлет-преобразование применимо только для векторов чётной длины**
- **Вэйвлет-базис характеризуется как пространственной, так и частотной локализацией**

22. Охарактеризуйте базисы Шеннона и Добеши (D6) относительно их локализованности

Охарактеризуйте базисы Шеннона и Добеши (D6) относительно их локализованности

Базис Шеннона обладает идеальной частотной локализацией, но плохой пространственной и временной локализацией. Базис Добеши D6 имеет компактный носитель, шесть коэффициентов фильтра и конечный носитель вэйвлета, поэтому обладает хорошей пространственной локализацией, а частотная локализация у него приближённая

23. Сколько верных значащих цифр в числе a - b, если a = 0.03 и b = 0.02 заданы с погрешностью 6%?

Сколько верных значащих цифр в числе a - b, если a = 0.03 и b = 0.02 заданы с погрешностью 6%?

1

24. Как сравнить два вещественных числа двойной точности (double)?

Как сравнить два вещественных числа двойной точности (double)?

Вычисляют модуль разности и сравнивают его с машинным нулём double (1e-16)

25. Сколько верных знаков в числе a - b, если a = 0.05 и b = 0.01 заданы с погрешностью 5%?

Сколько верных знаков в числе a - b, если a = 0.05 и b = 0.01 заданы с погрешностью 5%?

1

26. Выбрать правильные высказывания

Выбрать правильные высказывания:

- При сложении приближенных чисел относительные погрешности складываются
- **При сложении приближенных чисел абсолютные погрешности складываются**
- При умножении приближенных чисел абсолютные погрешности складываются
- **При вычитании приближенных чисел абсолютные погрешности складываются**

27. Какие преимущества имеет дискретное вэйвлет-преобразование перед дискретным преобразованием Фурье?

Какие преимущества имеет дискретное вэйвлет-преобразование перед дискретным преобразованием Фурье?

Дискретное вэйвлет-преобразование обладает совместной локализацией по времени и частоте, что позволяет анализировать локальные особенности сигнала, скачки и пики, тогда как преобразование Фурье даёт только глобальное частотное представление

28. Вектор сигнала представляет собой сумму двух вещественных косинусоид и состоит из 512 отсчётов. Какой длины будут вэйвлет-фильтры в базисе Хаара для фазы анализа третьего этапа?

Вектор сигнала представляет собой сумму двух вещественных косинусоид и состоит из 512 отсчётов. Какой длины будут вэйвлет-фильтры в базисе Хаара для фазы анализа третьего этапа?

Длина обрабатываемого сигнала уменьшается с 512 до 256, затем до 128 на третьем этапе. Базис Хаара имеет фильтры длины 2: низкочастотный с

коэффициентами $1/\sqrt{2}$ и $1/\sqrt{2}$ и высокочастотный с коэффициентами $1/\sqrt{2}$ и $-1/\sqrt{2}$.

29. Как с помощью дискретного преобразования Фурье и дискретного вэйвлет-преобразования усилить партию баса в аудиозаписи?

Как с помощью дискретного преобразования Фурье и дискретного вэйвлет-преобразования усилить партию баса в аудиозаписи?

При использовании дискретного преобразования Фурье выполняется БПФ аудиосигнала, затем увеличиваются амплитуды коэффициентов, соответствующих низким частотам, где расположена партия баса, после чего выполняется обратное БПФ. При использовании дискретного вэйвлет-преобразования выполняется многоуровневое разложение, увеличиваются аппроксимирующие коэффициенты на крупных масштабах, которые соответствуют низкочастотной составляющей, и выполняется обратное преобразование. Преобразование Фурье даёт более точное управление конкретными частотами баса, а вэйвлет-подход удобен для многомасштабного усиления низкочастотной составляющей.

30. Что называется порядком аппроксимации квадратурной формулы?

Что называется порядком аппроксимации квадратурной формулы?

Порядком аппроксимации квадратурной формулы называется показатель степени шага h, с которым убывает погрешность квадратурной формулы при измельчении сетки, то есть порядок p в оценке остаточного члена вида O(h^p). Он характеризует скорость сходимости приближённого значения интеграла к точному при уменьшении шага

31. Какие квадратурные формулы имеют первый порядок точности?

Какие квадратурные формулы имеют первый порядок точности?

- **Метод Гаусс-1**
- **Метод трапеций**
- Метод Симпсона
- **Метод средних прямоугольников**

32. Что называется порядком точности квадратурной формулы?

Что называется порядком точности квадратурной формулы?

Порядком точности квадратурной формулы называется наибольшая степень многочлена, для которой данная квадратурная формула даёт точный результат

33. Сколько верных знаков в длине окружности, если её радиус 1 м, а число пи содержит три значащих цифры?

Сколько верных знаков в длине окружности, если её радиус 1 м, а число пи содержит три значащих цифры?

Длина окружности ~ 6.28 м, и погрешность 0.01 меньше половины единицы разряда десятых, поэтому верны цифры 6 и 2, то есть две верные значащие цифры.

34. Охарактеризуйте базисы Шеннона и Добеши (D6) относительно их локализованности

Охарактеризуйте базисы Шеннона и Добеши (D6) относительно их локализованности

Базис Шеннона обладает идеальной частотной локализацией, но плохой пространственной и временной локализацией. Базис Добеши D6 имеет компактный носитель, шесть коэффициентов фильтра и конечный носитель вэйвлета, поэтому обладает хорошей пространственной локализацией, а частотная локализация у него приближённая

35.Как с помощью преобразования Фурье выполнить фильтрацию зашумлённого сигнала?

Как с помощью преобразования Фурье выполнить фильтрацию зашумлённого сигнала?

Сначала к зашумлённому сигналу применяется прямое дискретное преобразование Фурье, обычно через БПФ, затем анализируется спектр: шум часто распределён по высоким частотам или занимает известную полосу, а полезный сигнал сосредоточен в ограниченной полосе. Далее обнуляются или ослабляются коэффициенты, соответствующие шумовым частотам