### Лабораторная работа по теме *«Тема 1.2. Методы решения нелинейных уравнений»*

#### **1.2.1. Вопросы, подлежащие изучению**

Изменение для ГИТа

1. Постановка задачи численного решения нелинейных уравнений.
2. Этапы численного решения уравнения.
3. Аналитический и графический методы отделения корней.
4. Уточнение корня методами половинного деления, итерации, Ньютона и хорд.
5. Графическая иллюстрация методов половинного деления, итерации, Ньютона и хорд.
6. Условие окончания вычислений при использовании методов половинного деления, итерации, Ньютона и хорд.
7. Сходимость метода итерации, выбор начального приближения, правило выбора итерирующей функции и оценка погрешности метода итерации.
8. Теорема о сходимости метода Ньютона и оценка погрешности метода.
9. Правило выбора неподвижной точки, начальной точки и условие сходимости метода хорд.
10. Условия окончания вычислений в методах итерации, Ньютона и хорд.
11. Сравнение методов половинного деления, итерации, Ньютона и хорд.
12. Алгоритмы и программы решения нелинейных уравнений на языке программирования.

#### **1.2.2. Задание**

1. **Выбрать индивидуальное задание по указанию преподавателя из табл. 1.2-1:**

* нелинейное уравнение;
* метод решения нелинейного уравнения для «ручного расчета»;
* метод решения нелинейного уравнения для «расчета на ПК».

1. **Отделить корни уравнения.**
2. **Провести исследование нелинейного уравнения** для его решения.

* проверить выполнение условий сходимости вычислительного процесса, в случае расходящегося процесса – сделать необходимые преобразования для обеспечения сходимости;
* выбрать начальное приближение;
* сформулировать условия окончания этапа уточнения корня.

1. **Провести «ручной расчет»** трех итераций.
2. **Оценить погрешность** результата «ручного расчета».
3. **Составить схему алгоритма, написать программу** для решения нелинейных уравнений для «расчета на ПК» и провести контрольное тестирование программы, воспользовавшись исходными данными и результатами примера из п.п.1.2-1.5.
4. **Решить нелинейное уравнение с точностью** **,** воспользовавшись написанной программой для «расчета на ПК».
5. **Построить зависимость числа итераций от заданной точности –n(E).**

#### **1.2.3. Варианты задания**

Таблица 1.2-1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Уравнение** | t | p | **№** | **Уравнение** | t | p |
| **1** | **x - cos(x / 3) = 0** | 1 | 4 | **46** | **2x –xlgx – 7 = 0** | 2 | 3 |
| **2** | **x + ln(4x) – 1 = 0** | 3 | 1 | **47** | **x+ cosx = 1** | 1 | 4 |
| **3** | **ex – 4 e-x – 1 = 0** | 2 | 4 | **48** | **x + lg(1 + x) = 1,5** | 1 | 3 |
| **4** | **x ex – 2 = 0** | 3 | 2 | **49** | **2 sin(x – 0,6) = 1,5** | 3 | 1 |
| **5** | **4 (x2 + 1) ln(x) – 1 = 0** | 1 | 3 | **50** | **lg(1 + 2x) = 2 – x** | 1 | 4 |
| **6** | **2 – x – sin(x / 4) = 0** | 4 | 1 | **51** | **lg(x)/(x + 1)2 = 0** | 1 | 3 |
| **7** | **x2 + ln(x) – 2 = 0** | 1 | 2 | **52** | **= 1/x** | 1 | 2 |
| **8** | **cos(x)–(x + 2)1/2 + 1 = 0** | 2 | 3 | **53** | **3x + cosx + 1 = 0** | 3 | 4 |
| **9** | **4 (1 + x1/2) ln(x) – 1 = 0** | 2 | 1 | **54** | **2 – x lg(x)=0** | 2 | 3 |
| **10** | **5 ln(x) – x1/2 = 0** | 2 | 3 | **55** | **(x – 1)2 =** | 4 | 1 |
| **11** | **ex + x3 – 2 = 0** | 1 | 4 | **56** | **(2 – x)ex = 0,5** | 1 | 3 |
| **12** | **3 sin (x1/2) + x – 3 = 0** | 3 | 1 | **57** | **2,2x – 2x = 0** | 1 | 2 |
| **13** | **0.1x2 – x ln(x) = 0** | 1 | 4 | **58** | **5x – 8log(x) = 8** | 4 | 1 |
| **14** | **cos(1 + 0.2x2) – x = 0** | 1 | 3 | **59** | **x – ex = 0** | 3 | 4 |
| **15** | **3 x – 4 ln(x) – 5 = 0** | 1 | 2 | **60** | **x = (x + 1)3** | 2 | 3 |
| **16** | **sin(1 – 0.2x2) – x = 0** | 3 | 4 | **61** | **x =** | 1 | 2 |
| **17** | **ex – e-x – 2 = 0** | 2 | 3 | **62** | **sin0,5x + 2 =(x/2)2** | 1 | 4 |
| **18** | **x – sin(1 / x) = 0** | 4 | 1 | **63** | **2 = 0,5x + log(x – 1)** | 4 | 3 |
| **19** | **ex + ln(x) – x = 0** | 1 | 3 | **64** | **sin (0,5 + x) = 2x – 0,5** | 1 | 2 |
| **20** | **1–x+sin(x)–ln(1+x) = 0** | 1 | 2 | **65** | **lg(2 + x) + x2 = 3** | 3 | 1 |
| **21** | **(1–x)1/2–cos(1–x) = 0** | 4 | 1 | **66** | **lg(1 + 2x) = 2 – x** | 1 | 2 |
| **22** | **sin(x2)+cos(x2)–10x = 0** | 3 | 4 | **67** | **ln( x/6) + = 0** | 4 | 3 |
| **23** | **x2 – ln(1 + x) – 3 = 0** | 2 | 3 | **68** | **log2( x) = 1/(x+2)** | 1 | 4 |
| **24** | **cos(x / 2) ln(x – 1) = 0** | 1 | 2 | **69** | **e–x = 2 – x2** | 3 | 1 |
| **25** | **cos(x/5) (1+x)1/2–x = 0** | 1 | 4 | **70** | **2ex = x2 - 2** | 2 | 4 |
| **26** | **3x – e-x = 0** | 4 | 3 | **71** | **2x2 – ex/2 = 0** | 3 | 2 |
| **27** | **4(1+x1/2) ln(x)–10 = 0** | 1 | 2 | **72** | **2 arctg x – 3x + 2 = 0** | 1 | 3 |
| **28** | **sin(x)–31/2cos(x)+4x–4 = 0** | 3 | 1 | **73** | **sin (x – 0,5) – x + 0,8 = 0** | 1 | 2 |
| **29** | **x – 1 / (3 + sin(3.6x)) = 0** | 1 | 2 | **74** | **(x – 3)2 lg(x – 2) = – 2** | 2 | 1 |
| **30** | **0.25x3 + cos(x / 4) = 0** | 4 | 3 | **75** | **x + 3 + cos x –x2 = 0** | 4 | 1 |
| **31** | **2 – x = ln x** | 1 | 4 | **76** | **(x – 1)2 lg(x+11) = 1** | 1 | 2 |
| **32** | **x2 + 4sinx = 0** | 3 | 1 | **77** | **e2x cos(2x) + x = 0** | 2 | 3 |
| **33** | **tg (0,36x + 0,4) = x2** | 2 | 4 | **78** | **x2 cos2x = – 1** | 2 | 1 |
| **34** | **1 + lgx = 0,5** | 3 | 2 | **79** | **(2 – x ) 2x = 1** | 1 | 4 |
| **35** | **2 lgx – x/2+ 1 = 0** | 1 | 3 | **80** | **( x – 2)2 – 1 = 2x** | 2 | 3 |
| **36** | **x – sinx = 0,25** | 4 | 1 | **81** | **ex + x +1 = 0** | 3 | 1 |
| **37** | **lg (0,4x + 0,4) = x2** | 1 | 2 | **82** | **0,5x – 3 = (x + 2)2** | 4 | 1 |
| **38** | **– cos0,387x = 0** | 2 | 3 | **83** | **(x – 2)2 lg(x + 5) = 1** | 1 | 4 |
| **39** | **lgx –7/(2x+6)= 0** | 2 | 1 | **84** | **(x –4)2 log(x – 3) = 1** | 3 | 2 |
| **40** | **tg(0,5x + 0,2) = x2** | 1 | 4 | **85** | **2x2 – 2x = 20** | 1 | 2 |
| **41** | **3x – cosx – 1 = 0** | 3 | 1 | **86** | **x log3(x + 1) = 1** | 2 | 3 |
| **42** | **x + lgx = 0,5** | 2 | 4 | **87** | **0,5x – 3 + (x + 1)2 = 0** | 2 | 1 |
| **43** | **1,8x2 – sin10x = 0** | 3 | 2 | **89** | **2 arcctg x – x + 3 = 0** | 2 | 3 |
| **44** | **ctg 1,05x – x2 = 0** | 2 | 3 | **89** | **5x – 6x – 3 = 0** | 1 | 4 |
| **45** | **x lgx – 1,2 = 0** | 4 | 1 | **90** | **2 cos (x)+ x2 = 3x – 2** | 3 | 1 |

В табл. 1.2-1 **t** – номер метода для «расчета на ПК»; **p**– номер метода для «ручного расчета».

Номера методов: **1** – половинное деление;**2** – итерации;**3** – Ньютона; **4** – хорд.

#### **1.2.4. Содержание отчета**

1. Индивидуальное задание (уравнение, методы решения).
2. Результат отделения корней (интервалы, где находятся корни уравнения).
3. Результаты исследования задания для «ручного расчета»:

* условие сходимости вычислительного процесса;
* начальное приближение;
* условие окончания этапа уточнения корня.

1. Результаты «ручного расчета», представленные в табл. 1.2.-2а для метода половинного деления или в табл. 1.2.-2б для остальных методов.

Таблица 1.2-2а

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **к** | **a** | **b** | **f(a)** | **f(b)** | **(a+b)/2** | **f( (a+b)/2)** | **b-a** |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 1.2-2б

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **к** | **x** | **f(x)** |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |

1. Оценки погрешностей результатов «ручного расчета».
2. Схема алгоритма, программа решения задачи выбранным методом уточнения корня для « расчета на ПК» и результаты контрольного тестирования.
3. Результаты «расчета на ПК», представленные в табл. 1.2-3.

Таблица 1.2-3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **E** | **n** | **x** | **f(x)** |
| 0.01 |  |  |  |
| 0.001 |  |  |  |
| 0.0001 |  |  |  |

1. Зависимость числа итераций от заданной точности в логарифмическом масштабе –  
   табл. 1.2-4.

Таблица 1.2-4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **E** | 0.01 | 0.001 | 0.0001 |
| **n** |  |  |  |

#### **1.2.5. Пример выполнения задания**

**1. Задание для решения нелинейных уравнений:**

* уравнение ;



* методы решения нелинейных уравнений для ручного расчета – половинного деления, итерации, Ньютона и хорд;
* методы решения нелинейных уравнений для расчета на ПК – половинного деления, итерации, Ньютона и хорд.

1. **Отделение корней**

|  |
| --- |
|  |

Следовательно, 1 - 3х + cos(x) = 0 имеет единственный корень на отрезке [0;1].

***Метод половинного деления***

**1. Исследование задания**

Метод **половинного деления** сходится, если на выбранном отрезке отделен один корень. Так как на отрезке [0;1] функция меняет знак () и монотонна (f’(x)<0), то условие сходимости выполняется.



Начальным приближением является середина отрезка [0;1]:=0.5.



1. **Результаты «ручного расчета» трех итераций**

|  |
| --- |
| >0,следовательно,  <0,следовательно,  <0, следовательно, |

Результаты вычислений представить в виде табл. 1.2-2а.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **n** | **a** | **b** | **f(a)** | **f(b)** | **(a+b)/2** | **f( (a+b)/2)** | **b-a** |
| 1 | 0 | 1 | 2 | -1.459 | 0.5 | 0.377 | 0.5 |
| 2 | 0.5 | 1 | 0.377 | -1.459 | 0.75 | -0.518 | 0.25 |
| 3 | 0.5 | 0.75 | 0.377 | -0.518 | 0.625 | -0.064 | 0.125 |
| 4 | 0.5 | 0.625 | 0.377 | -0.064 | 0.563 | 0.158 | 0.063 |

После трех итераций приближение к корню x3=0.563.

1. **Погрешность численного решения нелинейных уравнений**

Оценим погрешность результата, полученного после 3-х итераций .



1. **Схема алгоритмов, программа и контрольное тестирование**

Базовая схема алгоритма метода половинного деления приведена на рис.1.2.3-2 в[2], а программу студенты должны написать самостоятельно и провести контрольное тестирование.

1. **Результаты «расчета на ПК»**

Результаты расчета приближенного корня уравнения с различной точностью по программе, написанной по схеме алгоритма рис. 1.2.3-2 с различными значениями точности, приведены в следующей таблице:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **E** | **n** | **x** | **f(x)** |
| 0. 01 | 7 | 0.605 | 5.8E-03 |
| 0. 001 | 10 | 0.6069 | 6.0E-04 |
| 0.0001 | 14 | 0.60709 | 5.5E-05 |

1. **Погрешность результата «расчета на ПК»**

Абсолютные погрешности результатов, полученных при различных заданных значениях точности расчета с использованием «расчета на ПК», относительно значения корня, вычисленного с использованием математических пакетов (x\*=0.607102), равны:

|  |  |
| --- | --- |
| **ε** | **Погрешность** |
| 0.01 | 0.0021 |
| 0.001 | 0.0002 |
| 0.0001 | 0.00001 |

1. **Зависимость числа итераций от точности в логарифмическом масштабе**

Для метода половинного деления по данным таблицы построим зависимость n(lgE**)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ε** | 0.01 | 0.001 | 0.0001 |
| **n** | 7 | 10 | 14 |

***Метод итераций***

**1. Исследование задания**

Приведем уравнение f(x)=0 к виду . Тогда рекуррентная формула . Для сходимости процесса итерации необходимо, чтобы при **.** Если то сходимость не обеспечена.



В случае, когда свободный хвыразить не удается, целесообразно воспользоваться следующим приемом, позволяющим обеспечить выполнение условий сходимости.

Построим функцию где параметр может быть определен по правилу:если то если то где .



Приведем уравнение f(x)=0к виду x = (cos(x)+1)/3и проведем исследование.

|  |
| --- |
|  |

Выберем начальное значение (в методе итерацийx0– произвольное значение из отрезка [a;b]**),** например, x0=0**,** и с использованием итерационной функции выполним три итерации.



**2. «Ручной расчет» трех итераций**

|  |
| --- |
|  |

Результаты вычислений удобно представить в виде табл. 1.2-2b.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **к** | **Xк** | **f(xк)** |
| 0 | 0 | 2 |
| 1 | 0.6667 | -0.2141 |
| 2 | 0.5953 | 4.21 • 10-2 |
| 3 | 0.6093 | -7.9496• 10-3 |

**3. Погрешность численного решения нелинейных уравнений**

Погрешность результата, вычисленного методом итерации, можно оценить с помощью

выражения 1.2.3-4 в [2]:

.



1. **Схема алгоритмов, программа и контрольное тестирование**

Базовая схема алгоритма метода итерации приведена на рис.1.2.3-5 в[2], а программу студенты должны написать самостоятельно и провести контрольное тестирование.

1. **Результаты «расчета на ПК»**

Результаты расчета приближенного корня уравнения с различной точностью, по программе, написанной по схеме алгоритма рис. 1.2-3-5 с различными значениями точности, приведены в следующей таблице:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **E** | **n** | **x** | **f(x)** |
| 0. 01 | 4 | 0.606 | 4.93E-03 |
| 0. 001 | 5 | 0.6069 | 5.302E-04 |
| 0.0001 | 6 | 0.60708 | 5.6925E-05 |

1. **Зависимость числа итераций от точности в логарифмическом масштабе**

Для метода итерации по данным таблицы построим зависимость **n(E)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ε** | 0.01 | 0.001 | 0.0001 |
| **n** | 4 | 5 | 6 |

***Метод Ньютона***

**1*.* Исследование задания для «ручного расчета»**

Из условия для уравнения 1- 3х + cos(x) = 0, где , а выберем начальное приближение к корню: .



Для получения решения уравнения методом Ньютона воспользуемся следующей рекуррентной формулой:



В нашем случае



1. **«Ручной расчет» трех итераций**

|  |
| --- |
|  |

Представим вычисления в виде следующей табл. 1.2-2b.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **k** | **Xk** | **f(xk)** |
| 0 | 1 | -1.4597 |
| 1 | 0.6200 | -4.62•10-2 |
| 2 | 0.6071 | -6. 7875 •10-5 |
| 3 | 0.6071 | -6.7875 •10-5 |

1. **Погрешность численного решения нелинейных уравнений**

Оценку погрешности результата, вычисленного методом Ньютона, можно проводить

по формуле 1.2.3-11 в [2]:



Оценим погрешность после трех итераций:



Тогда .



1. **Схема алгоритмов, программа и контрольное тестирование**

Базовая схема алгоритма метода Ньютона приведена на рис.1.2.3-7 в [2], а программу студенты должны написать самостоятельно и провести контрольное тестирование.

1. **Результаты «расчета на ПК»**

Результаты расчета приближенного корня уравнения с различной точностью по программе, написанной по схеме алгоритма рис. 1.2-3-7 в [2] с различными значениями точности, приведены в следующей таблице:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **E** | **n** | **x** | **f(x)** |
| 0.01 | 2 | 0.607 |  |
| 0.001 | 2 | 0.6071 |  |
| 0.0001 | 2 | 0.6071 |  |

1. **Зависимость числа итераций от точности в логарифмическом масштабе**

Для метода Ньютона деления по данным таблицы построим зависимость n(lgE)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ε** | 0.01 | 0.001 | 0.0001 |
| **n** | 2 | 2 | 2 |

***Метод хорд***

**1. Исследование задания**

***Проверка выполнения условий сходимости***.Для сходимости метода необходимо знакопостоянство на отрезке [a;b].



***Выбор начального приближения.***Видрекуррентной формулы зависит от того, какая из точек a или b является неподвижной. Неподвижен тот конец отрезка [a;b**]** , для которого знак функции f(x**)**совпадает со знаком ее второй производной. Тогда второй конец отрезка можно принять за начальное приближение к корню, то есть точку х0**.**

Рекуррентная формула метода хорд (1.2.3-13) в [2]:

где - неподвижная точка.



Выше было показано, что для функцииf(x)=1–3x+cosx <0 на отрезке [0;1]неподвижной точкой является точка x=b=1, так как f(1)>0.



Таким образом, полагая **x0=a=0**, получим сходящуюся последовательность приближений к корню.

В рассматриваемой задаче рекуррентная формула принимает следующий вид



***Условие окончания процесса уточнения корня.*** Оценку погрешности можно проводить по любой из формул (1.2.3-15 или 1.2.3-16) в [2].

**2. «Ручной расчет» трех итераций**

Для получения решения уравнения методом хорд воспользуемся следующей рекуррентной формулой:



|  |
| --- |
|  |

Результаты вычислений удобно представить в виде следующей таблицы:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **n** | **Xn** | **f(xn)** |
| 0 | 0 | 2 |
| 1 | 0.5781 | 0.1032549 |
| 2 | 0.6059 | 4.080772 •10-3 |
| 3 | 0.6070 | 1.590771•10-4 |

1. **Погрешность численного решения нелинейных уравнений**

Погрешность результата, вычисленного методом хорд, оцениваем по формуле   
1.2-3-15 в [2]. Тогда после трех итераций



**4. Схема алгоритмов, программа и контрольное тестирование**

Базовая схема алгоритма метода хорд приведена на рис.1.2.3-10 в [2], а программу студенты должны написать самостоятельно и провести контрольное тестирование.

**5. Результаты «расчета на ПК»**

Результаты расчета приближенного корня уравнения с различной точностью по программе, написанной по схеме алгоритма рис. 1.2-3-10 с различными значениями точности, приведены в следующей таблице:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **E** | **n** | **x** | **f(x)** |
| 0.01 | 2 | 0.6060 | 4.08077Е-03 |
| 0.001 | 3 | 0.60706 | 1.590771Е-04 |
| 0.0001 | 3 | 0.607057 | 1.590771Е-04 |

1. **Зависимость числа итераций от точности в логарифмическом масштабе**

Для метода хорд по данным таблицы построим зависимость **n(E)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ε** | 0.01 | 0.001 | 0.0001 |
| **n** | 2 | 3 | 3 |

### 1.2.6.Контрольные вопросы  по теме

### «Методы решения нелинейных уравнений»

**1.** Что представляет собой нелинейное уравнение?

**2.** Что является корнем нелинейного уравнения f(x)=0?

**3.** Чему равна функция в точке корня?

**4.** Как называется процесс нахождения возможно более узкого отрезка, содержащего

только один корень уравнения?

**5.** Каково условие существования на отрезке [a;b] хотя бы одного корня?

**6.** При каких условиях корень xбудет единственным  на отрезке [a;b]?

**7.** Процесс решения нелинейного уравнения состоит из ... этапов.

**8.** Как называются этапы решения нелинейного уравнения?

**9.**В чем заключается этап «отделения корней» нелинейного уравнения?

**10.** Что такое начальное приближение к корню?

**11.** Что определяется на этапе уточнения корней?

**12.** При каких условиях метод решения нелинейного уравнения сходится?

**13.** Какие методы не относятся к методам отделения корня?

**14.** Какие методы не относятся к методам уточнения корня?

**15.** Какие методы используются на этапе отделения корней?

**16.**Что необходимо, чтобы выбрать **x0** в качестве начального приближения в методе

Ньютона?

**17.**Что является необходимым условием существования корня на отрезке [a;b]?

**18.**Какой метод решения нелинейного уравнения требует  более близкого к корню

начального значения?

**19.** Что представляет собой метод решения нелинейного уравнения, в результате которого

получается последовательность вложенных отрезков?

**20.** Можно ли уточнить корень уравнения графическим методом?

**21.**Что является  первым приближением к корню, отделенному на отрезке [a;b],для

решения нелинейного уравнения методом половинного деления?

**22.** На каком этапе применяется метод хорд?

**23.**При каких условиях метод половинного деления всегда находит корень уравнения f(x)=0?

**24.** Что означает термин - «метод расходится»?

**25.** Какой метод решения нелинейного уравнения обладает квадратичной сходимостью?

**26.** Каково правило выбора итерирующей функции при использовании метода итераций?

**27.** Что принимается за начальное приближение в методе итерации?

**28.** Каково правило выбора неподвижной точки при использовании метода хорд?

**29.** Какое значение выбирается в качестве начального приближения в методе хорд?

**30.** Какой метод  не предназначается для  решения нелинейных уравнений?

**31.** Как называется термин, который  относится к методам решения нелинейных уравнений?

**32.** Почему необходим этап отделения корней?

**33.** При каких условиях метод хорд позволяет вычислить отделенный корень с заданной

погрешностью?

**34.** В каких случаях за неподвижный конец отрезка [a;b]в методе хорд выбирают конец

отрезка?

**35.** Для каких функций не рекомендуется применять метод Ньютона?

**36.** Что можно сказать  о методе итерации, если на заданном отрезке имеются два корня?

**37.**Как могут осуществляться итерации приближения к корню  в процессе решения уравнения методом простой итерации?

**38.** Какой метод решения нелинейного уравнения обладает свойством «самокоррекции»?

**39.** Что относится к способам улучшения сходимости метода простой итерации?