



Введение в искусственные нейронные сети

Основы обучения нейронных сетей

# На этом уроке

1. Познакомимся с искусственными нейронными сетями
2. Изучим историю их появления, строение и применение
3. Узнаем, как происходит обучение нейронных сетей
4. Разберём несколько практических примеров

# Оглавление

[На этом уроке](#_cutwx3tzcepj)

[Оглавление](#_nu4r6zsec6gd)

[Общие сведения об искусственных нейронных сетях](#_yx9h3j98i6xy)

[Место искусственных нейронных сетей в современном мире](#_3b01fcq5sw5m)

[Применение нейронных сетей](#_q1o0my88xsk5)

[Строение биологической нейронной сети](#_ubqs2aux7z2u)

[История искусственных нейронных сетей](#_sswrp2qiial4)

[Общие сведения о том, как происходит обучение нейронных сетей](#_bdx4eeewdm2z)

[Инициализация весов. Функции активации](#_qtx1wpsxph9l)

[Обратное распространение ошибки и градиентный спуск](#_u3mmn0t1gq5e)

[Небольшой пример по обучению простой нейронной сети](#_a5bg7nnbhpes)

[Пример построения двухслойной нейронной сети на numpy](#_9x6he5lunpco)

[Практическое задание](#_o6lvdr7psp0m)

[Дополнительные материалы](#_2jxsxqh)

[Используемые источники](#_z337ya)

# Общие сведения об искусственных нейронных сетях

Искусственная нейронная сеть — это программная реализация математической модели биологической нейронной сети. Её цель — извлечь пользу из переданных ей данных. Например, сказать, что изображено на фотографии или сделать какой-либо прогноз.

Нейронные сети состоят из входных, внутренних и внешних слоёв. Внутренние слои ответственны за обучение. Входные слои позволяют ввести данные во внутренние слои, а внешние слои — вывести полезный вывод из данных. Сами слои состоят из отдельных нейронов, которые связаны с другими нейронами и по определённым алгоритмам способны усиливать с ними связь.

Через нейронные сети в процессе обучения многократно пропускают какие-либо данные, например изображения, и указывают, что на них находится. За счёт работы различных алгоритмов в нейронной сети вырабатывается система связей между нейронами, которая впоследствии при переданных ей новых данных позволяет получить ответ, что именно изображено на фотографии.

Распознавание объектов на фотографиях — далеко не единственная сфера применения нейронных сетей. Существует множество видов различных нейронных сетей для разных задач. Основные из них мы разберём на курсе.

# Место искусственных нейронных сетей в современном мире

В этом разделе мы разберём, какие новшества принесли искусственные нейронные сети в современный мир. Долгое время создание искусственного интеллекта оставалось частью научной фантастики и несмотря на предсказания о скором изобретении, он был создан совсем недавно, по крайней, мере, с маркетинговой точки зрения. Отчасти это произошло и с научной точки зрения — в 2014 году был пройден Тест Тьюринга. Сейчас можно говорить только о существовании специализированного искусственного интеллекта, способного выполнять определённые задачи, ранее выполнявшиеся только человеком. Т.е. создан так называемый «узкий искусственный интеллект». Создание общего искусственного интеллекта — программы, которая могла бы мыслить как человек,— по-прежнему остается фантастикой.

Искусственные нейронные сети, изучаемые на этом курсе, — основа революции в области «узкого искусственного интеллекта», они же являются одной из главных надежд для создания общего искусственного интеллекта в будущем. Искусственный интеллект может строиться не только на базе искусственных нейронных сетей, более того, такой подход долгое время считался неперспективным. Так почему же революция совершена именно благодаря им, а не другому подходу? Компьютерные программы давно могут автоматизировать работу человека: им можно дать определённый алгоритм работы, и они будут его надежно выполнять. Программы получают на вход данные, обрабатывают их с помощью определённого алгоритма и на выходе также выдают данные. Но рассмотрим работу на заводе: большинство задач на нём можно автоматизировать. Нетрудно составить алгоритм, например, для промышленного манипулятора, который будет переносить тяжелые предметы. С помощью технологий перевода данных, обработанных процессором движения манипулятора можно заставить его совершать полезную работу. Но как ввести данные для обработки? Как дать манипулятору понять, какой предмет нужно взять? Здесь на помощь придёт камера.

Долгое время различные алгоритмы компьютерного зрения справлялись с определёнными несложными задачами наподобие определения предметов через цвет или геометрическую форму. Но что если нужно работать с предметами разного цвета и формы, но объединёнными другими общими свойствами? Например, сортировать яблоки и груши, которые могут быть разной формы и цвета. Человеку нетрудно справиться с подобной задачей, но для искусственного интеллекта она долгое время было невыполнимой. С применением глубоких искусственных нейронных сетей (начиная с 2012 года) выполнение этой задачи стало реальностью. Нейронные сети сыграли важную роль не только в сфере распознавания образов, но и в идентификации речи. Сейчас нейронные сети могут создавать изображения, синтезировать голос и применяются во многих других сферах.

Подобный переворот случился благодаря тому, что нейронные сети стали повторять сети человеческого мозга, который как раз может легко справиться с подобной задачей. Об этом мы подробнее поговорим в разделе «Строение биологической нейронной сети». Сейчас же разберёмся, какие задачи нейронные сети могут выполнять и к решению каких проблем реального мира нужно быть готовым специалистам в этой области.

# Применение нейронных сетей

В курсе мы будем проходить различные виды нейронных сетей, а также рассмотрим применение каждого вида отдельно. Сейчас же в общих чертах нарисуем картину их использования.

Нейронные сети применяются в области компьютерного зрения. Начиная с обычных программ, распознающих предметы в производстве или человека перед телефоном, заканчивая крупными комплексами компьютерного зрения, которые применяются в беспилотных автомобилях.

Нейронные сети применяются для распознавания голоса: Siri, Google помощник, Alexa, Алиса и прочие голосовые помощники распознают голос человек с помощью нейронных сетей. Их применение не ограничивается идентификацией голоса (в последние годы достигнут существенный прогресс в его синтезе), они также применяются в области машинного перевода. Прогресс в этой области как раз связан с ними.

Комбинация из нескольких нейронных сетей позволяет описать содержание фотографии. Нейронные сети применяются в медицине (для анализа снимков и заключений о болезни), для анализа поведения покупателей, а также на бирже. Находят они применения и в прогнозах погоды.

Нейронным сетям находят применение и в творчестве. Уже сейчас есть художники, которые продают картины, созданные нейронными сетями.

Есть и другие интересные области применения нейронных сетей. Например, они используются для придания цвета старым фотографиям или фильмам, для улучшения качества изображений, для чтения по губам, для генерации фотографий и многого другого.

# Строение биологической нейронной сети

Термин «Нейрон» был введен Г. В. Вальдейером в 1891 г. Часто можно услышать сравнение термина с транзистором. Более убедительной является точка зрения нейрофизиологов, утверждающих, что нейрон — это полноценный компьютер. Человеческий нейрон, так же как и компьютер, призван обрабатывать сигналы. То, что человеческое сознание является результатом работы нейронов, было впервые отмечено в работах Александра Бейна (1873) и Уильяма Джеймса (1890). В работах Бейна акт запоминания был впервые сформулирован как акт укрепления нейронных связей.

В нейронах мозга находятся аксоны, через которые в него попадают сигналы. У искусственных нейронов также есть подобные входы. Как нейроны мозга обладают выходным компонентом (дендритом), так и искусственные нейроны располагают ими. У нейронов человеческого мозга насчитывается порядка 10 000 связей с другими нейронами — у искусственных нейронов их также может быть много. И в биологической нейронной сети, и в искусственной в случае, если сумма поступающих сигналов в нейрон превышает определённый порог, сигнал передаётся следующему нейрону.

Искусственные нейронные сети работают подобно биологическим — через них пропускаются данные, и связи, ведущие к нужным результатам, укрепляются. Но если в человеческом мозге это происходит за счёт утолщения связей, то в программных нейронных сетях увеличиваются числа, эти связи символизирующие.

# История искусственных нейронных сетей

Представление о нейронных сетях как главном способе создания искусственного интеллекта сложилось далеко не сразу, и в данном разделе мы осветим основные вехи этой технологии.

Математическая модель искусственного нейрона была предложена У. Маккалоком и У. Питтсом в 50-х годах 20 века.

В виде компьютерной системы нейронная сеть была впервые реализована в 1960 году Фрэнком Розенблаттом. Он создал «Марк-1», который являлся программно-аппаратным комплексом и воплощал в себе простую нейронную сеть в один слой (современные сети включают в себя 50 — 150 слоёв (на момент ноября 2019 г.), а экспериментальные достигают размера более 1000 слоёв).

Волна энтузиазма 60-х годов в отношении искусственных нейронных сетей сменилась скепсисом из-за трудностей в совершении определённых логических операций и невозможности получения практических результатов. Доминирующим подходом для создания искусственного интеллекта стали экспертные системы. Они являлись продвинутой энциклопедией знаний в той или иной сфере.

В 2012 г. появились глубокие нейронные сети (сети с количеством внутренних слоёв больше одного). Сначала количество слоёв таких нейронных сетей достигало 3-10, но скоро их число стало исчисляться десятками.

Именно с 2012 г. нейросети стали считаться доминирующим способом в решении многих задач искусственного интеллекта. Прорыв был обеспечен более продвинутой архитектурой, большим количеством хранимых компьютерами данных для тренировки нейронных сетей. Появилась возможность использовать видеокарты для их тренировки, — они оказались лучше приспособлены для решения подобных задач нежели классические CPU.

# Общие сведения о том, как происходит обучение нейронных сетей

Возьмём какую-нибудь типичную для нейросети задачу и попробуем разобраться, как она могла бы её решить. В качества примера определим, кто находится на фотографии — кот или собака.

Сначала подумаем, как эта задача решалась бы без нейронной сети. Вспомним, что фотография — это набор пикселей. Пиксели в компьютере представляются матрицей чисел. Если бы все коты были синего цвета, а собаки — красного, мы могли бы просто детектировать в изображении числа, ответственные за данные цвета и на основании этого делать выводы о том, кот или собака изображены на фотографии. В действительности это не так. У кота, как и у собаки, очень много отличительных черт. Перечисление этих уникальных свойств займёт долгое время, но стоит обратить внимание на то, что усики, лапки и шерстка есть у многих животных. Скорее всего всё, что нам остаётся делать, — это описывать размеры этих усиков и лапок, изучать угол их наклона и т. д. Попытки выполнить такую задачу вручную были (как раз до эпохи нейронных сетей), но результаты не впечатляли. Как вы понимаете, объём признаков для этого слишком большой.

Задача нейронной сети содержит в себе необходимый набор признаков, которые позволяют ей отличать один объект от другого. В этом уроке мы разберём пример разработки нейронной сети, которая будет обучаться различать разновидности цветка ириса. Эти виды похожи, они состоят из одинаковых элементов, но элементы имеют разные размеры в случае каждого отдельного вида. На этом простом примере мы сможем понять принцип работы более сложных нейронных сетей. Но как поместить в нейронную сеть необходимый набор признаков? Ответ на вопрос будет даваться в течении всего курса и всё равно не будет исчерпывающим. Для этого придётся обучать нейронную сеть, а её обучение порой приобретает характер искусства, нежели набора предписаний. Тем не менее в процессе обучения всегда нужно пройти ряд общих для любого процесса обучения этапов.

Определимся с архитектурой нейронной сети. От удачно выбранной архитектуры будут зависеть следующие факторы: насколько быстро мы сможем обучить нейронную сеть, насколько точной она будет, а также сможем ли мы её обучить в принципе. Архитектура нейронной сети зависит от задачи. В зависимости от неё нужно будет выбрать:

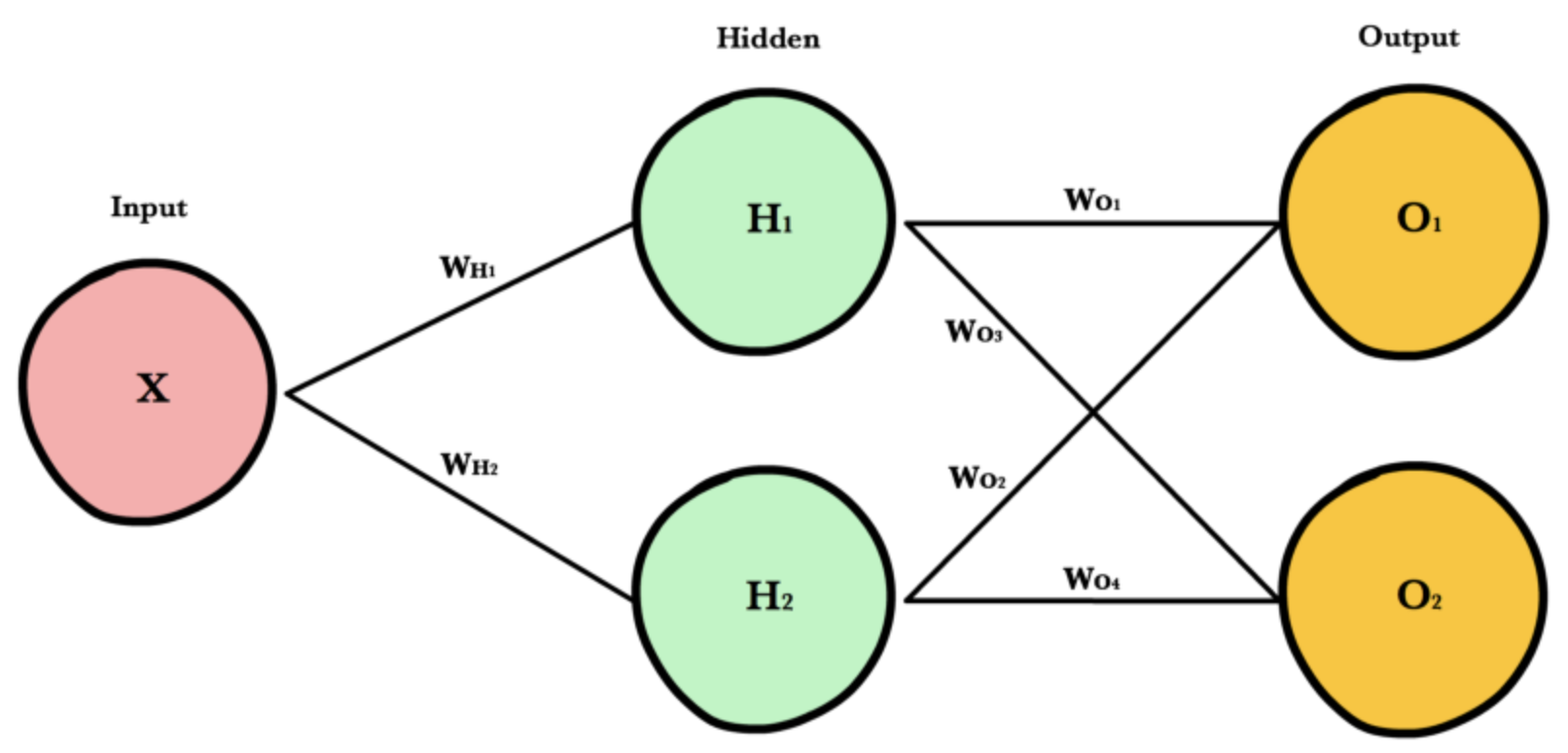
* Количество слоёв, из которых будет состоять нейронная сеть
* Сколько нейронов будет в этих слоях

Кроме этого нужно будет верным образом подобрать компоненты, за счёт которых она будет обучаться. Подробнее о них можно узнать в следующих разделах пособия:

* Система инициализации весов нейронов
* Функция активации весов нейронов
* Алгоритм корректировки весов нейронов

Список включает самые общие компоненты, с которыми нужно определиться, но на данной стадии обучения их будет достаточно. Архитектуры нейронных сетей мы будем изучать на отдельных уроках, а сегодня разберём неотъемлемые компоненты обучения нейронной сети любой архитектуры (инициализацию весов и их корректировку), рассмотрим виды функций активации весов нейронной сети, разберём, что такое градиентный спуск и метод обратного распространения ошибки.

# Инициализация весов. Функции активации



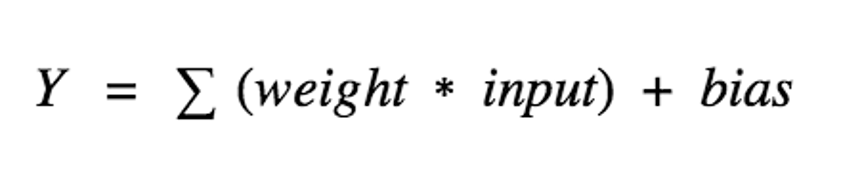
Мы выяснили, что в процессе обучения нейронной сети в ней должны вырабатываться признаки, по которым она сможет определять, что находится на фотографии. Но как эти признаки будут в ней представлены? Все они будут составлять определённую сложную матрицу чисел. Настолько сложную, что человеку не под силу её проанализировать. Какие это будут признаки тоже неизвестно. Их может быть так много и они могут быть такими специфическими, что и описать их будет трудно. Для этого и нужны нейросети, они берут на себя содержание и описание в себе признаков.

Все эти признаки записываются через систему весов нейронов. Веса отражают толщину связи одного нейрона с другим. Из совокупности этих связей и состоят признаки. Обучить нейронную сеть — значит найти нужные веса для её нейронов.

Первоначально веса можно задать случайными числами, и в процессе обучения они будут всё больше и больше подходить под решения задачи. Программно это можно показать на примере следующего фрагмента кода.

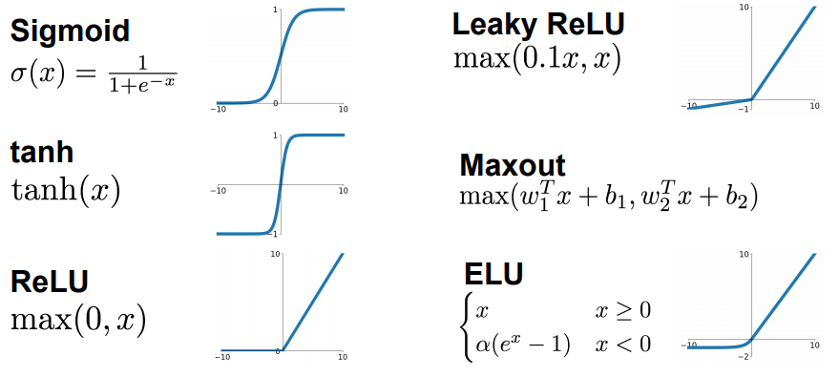
| import numpy as np  import random  *# генерации случайных чисел для инициализации весов*  np.random.seed(1)  synaptic\_weights = 2 \* np.random.random((3, 1)) - 1  *# можем дополнительно посмотреть процесс формирования весов*  step1 = np.random.random((3,1))  print(step1, end='\n\n')  step2 = step1 - 1  print(step2, end='\n\n')  step3 = 2 \* step2  print(step3)  [[0.30233257]  [0.14675589]  [0.09233859]]  [[-0.69766743]  [-0.85324411]  [-0.90766141]]  [[-1.39533485]  [-1.70648822]  [-1.81532281]] |
| --- |

Но мало просто присвоить определённые веса нейронам. Необходимо также определить функцию, по которой нейроны будут активироваться. Выбранная функция активации будет одинаковой для всех нейронов. С помощью неё можно определять, с какой силой нужно подействовать на нейрон, чтобы он активировался и передал сигнал дальше.



На картинке выше показан нейрон в виде формулы. Его активация зависит от входных данных, его весов и некого порогового значения.

Таких функций существует достаточно много: сигмоида, линейная, ступенчатая, ReLu, tahn и т. д. Сейчас важнее понять их суть, изложенную выше, нежели научиться их выбирать. Тем не менее полезно знать, что для учебных целей чаще можно встретить сигмоиду, для реальных задач — ReLu.



В данном фрагменте кода мы можем посмотреть, как программно реализовать функцию сигмоид:

| *# вычисление сигмоид функции*  **def** sigmoid(x):  **return** 1 / (1 + np.exp(-x)) |
| --- |

А вот как можно реализовать упомянутую выше функцию активации Relu (на Python):

| *# вычисление Relu функции*  **def** ReLU(x):  **return** x \* (x > 0) |
| --- |

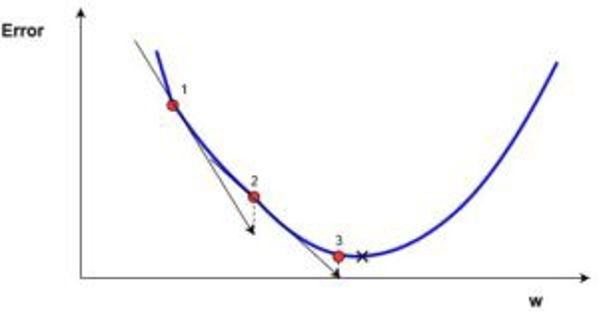
# Обратное распространение ошибки и градиентный спуск

Прежде чем разбирать обратное распространение и градиентный спуск, скажем несколько слов о тех типах архитектур нейронной сети, которые будут использованы в уроке. Это простые нейронные сети. С точки зрения архитектуры их можно отнести к полносвязным нейронным сетям, так как все нейроны связаны между собой. С другой стороны, их можно отнести к нейронным сетям прямого распространения (feed forward). Сети прямого распространения подразумевают распространение сигналов от входа к выходу (в отличие от рекуррентных нейронных сетей, где во внутренних слоях сигналы могут ходить по циклу). О плюсах и минусах полносвязных сетей мы поговорим в уроке, посвящённом свёрточным нейронным сетям.

После того как на выходе нейронной сети мы получили определённое цифровое значение, необходимо сравнить его с искомым. Мы можем посчитать, насколько сильно в количественном выражении ошиблась нейросеть. Задача обратного распространения ошибки: пройтись от выхода ко входу и скорректировать веса нейронов. Этот процесс происходит множество раз во время обучения.

Можно сказать, что процесс обучения нейронной сети — это попытка оптимизировать веса нейронной сети до тех пор, пока не будет достигнута минимальная степень ошибки. Для этого хорошо подходит такой алгоритм как градиентный спуск. Суть метода заключается в том, чтобы искать числовые параметры, при которых значение ошибки достигнет нуля. Градиентным он называется потому что процесс пошаговый, требующий одно вычисление за другим. Спуском он называется потому что значение ошибки должно быть как можно меньше.

Обратите внимание на следующий график: из него видно, что по шкале весов есть число, которому соответствует минимальное значение по шкале Error. Это число и нужно находить в процессе обучения.



Попробуем реализовать градиентный спуск программно.

| *'''*  *Исходный код к уроку 1.*  *Демонстрация работы градиентного спуска*  *'''*  *# первоначальное точка*  start\_point = 5  *# размер шага(learning rate)*  learn\_r = 0.001  *# установка первоначальной точности*  precision = 0.000001  *# функция градиента*  gr\_func = **lambda** x: 4 \* x\*\*3 - 9 \* x\*\*2  *# количество итерация*  n = 1000000  next\_point = start\_point  iter = 0  **for** i **in** range(n):  current\_point = next\_point  *# движение в негативную сторону вычисляемого градиента*  next\_point = current\_point - learn\_r\*gr\_func(current\_point)  *# print(next\_point)*  iter += 1  *# остановка когда достигнута необходимая степень точности*  print(f"Итерация: {iter}")  print(f"Текущая точка {current\_point}| След-я точка {next\_point}")  print(f"Дистан-я между текущей точк. и след. {abs(current\_point - next\_point)}")  print("--------------------------------------------------------")  **if**(abs(current\_point - next\_point) <= precision):  **break**  print(f"минимум {next\_point}, количество затраченных итераций: {iter}")  Итерация: 1  Текущая точка 5| След-я точка 4.725  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.27500000000000036  --------------------------------------------------------  Итерация: 2  Текущая точка 4.725| След-я точка 4.5039763125  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.2210236874999998  --------------------------------------------------------  Итерация: 3  Текущая точка 4.5039763125| След-я точка 4.321081438125772  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.18289487437422824  --------------------------------------------------------  Итерация: 4  Текущая точка 4.321081438125772| След-я точка 4.166398621877091  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.1546828162486804  --------------------------------------------------------  Итерация: 5  Текущая точка 4.166398621877091| След-я точка 4.033332506384824  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.13306611549226677  --------------------------------------------------------  Итерация: 6  Текущая точка 4.033332506384824| След-я точка 3.917289126298229  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.11604338008659543  --------------------------------------------------------  Итерация: 7  Текущая точка 3.917289126298229| След-я точка 3.8149498920156  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.10233923428262903  --------------------------------------------------------  Итерация: 8  Текущая точка 3.8149498920156| След-я точка 3.7238457539025154  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0911041381130846  --------------------------------------------------------  Итерация: 9  Текущая точка 3.7238457539025154| След-я точка 3.6420943172773663  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.08175143662514905  --------------------------------------------------------  Итерация: 10  Текущая точка 3.6420943172773663| След-я точка 3.5682306224020595  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.07386369487530686  --------------------------------------------------------  Итерация: 11  Текущая точка 3.5682306224020595| След-я точка 3.50109435076356  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.06713627163849933  --------------------------------------------------------  Итерация: 12  Текущая точка 3.50109435076356| След-я точка 3.43975238577326  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0613419649903002  --------------------------------------------------------  Итерация: 13  Текущая точка 3.43975238577326| След-я точка 3.383444277533786  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.05630810823947385  --------------------------------------------------------  Итерация: 14  Текущая точка 3.383444277533786| След-я точка 3.331542979166633  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.05190129836715318  --------------------------------------------------------  Итерация: 15  Текущая точка 3.331542979166633| След-я точка 3.2835260243139217  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.04801695485271118  --------------------------------------------------------  Итерация: 16  Текущая точка 3.2835260243139217| След-я точка 3.238954002593066  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.04457202172085584  --------------------------------------------------------  Итерация: 17  Текущая точка 3.238954002593066| След-я точка 3.1974542368853958  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.04149976570767011  --------------------------------------------------------  Итерация: 18  Текущая точка 3.1974542368853958| След-я точка 3.1587082338287633  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.03874600305663245  --------------------------------------------------------  Итерация: 19  Текущая точка 3.1587082338287633| След-я точка 3.122441914643277  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.036266319185486395  --------------------------------------------------------  Итерация: 20  Текущая точка 3.122441914643277| След-я точка 3.0884179240383407  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.034023990604936216  --------------------------------------------------------  Итерация: 21  Текущая точка 3.0884179240383407| След-я точка 3.056429512539828  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.031988411498512725  --------------------------------------------------------  Итерация: 22  Текущая точка 3.056429512539828| След-я точка 3.026295624284065  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.03013388825576291  --------------------------------------------------------  Итерация: 23  Текущая точка 3.026295624284065| След-я точка 2.997856918427126  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.028438705856939084  --------------------------------------------------------  Итерация: 24  Текущая точка 2.997856918427126| След-я точка 2.9709725208658693  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.026884397561256712  --------------------------------------------------------  Итерация: 25  Текущая точка 2.9709725208658693| След-я точка 2.9455173525199827  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.02545516834588657  --------------------------------------------------------  Итерация: 26  Текущая точка 2.9455173525199827| След-я точка 2.921379916690441  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.024137435829541865  --------------------------------------------------------  Итерация: 27  Текущая точка 2.921379916690441| След-я точка 2.8984604548565587  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.02291946183388216  --------------------------------------------------------  Итерация: 28  Текущая точка 2.8984604548565587| След-я точка 2.8766694003594027  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.021791054497156015  --------------------------------------------------------  Итерация: 29  Текущая точка 2.8766694003594027| След-я точка 2.855926074595356  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.020743325764046805  --------------------------------------------------------  Итерация: 30  Текущая точка 2.855926074595356| След-я точка 2.8361575819161575  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.019768492679198335  --------------------------------------------------------  Итерация: 31  Текущая точка 2.8361575819161575| След-я точка 2.817297868332644  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.01885971358351357  --------------------------------------------------------  Итерация: 32  Текущая точка 2.817297868332644| След-я точка 2.799286916020939  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.01801095231170491  --------------------------------------------------------  Итерация: 33  Текущая точка 2.799286916020939| След-я точка 2.7820700510217713  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.017216864999167747  --------------------------------------------------------  Итерация: 34  Текущая точка 2.7820700510217713| След-я точка 2.7655973457663094  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.01647270525546185  --------------------------------------------------------  Итерация: 35  Текущая точка 2.7655973457663094| След-я точка 2.749823101422856  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.015774244343453425  --------------------------------------------------------  Итерация: 36  Текущая точка 2.749823101422856| След-я точка 2.734705397738151  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.01511770368470522  --------------------------------------------------------  Итерация: 37  Текущая точка 2.734705397738151| След-я точка 2.7202057001960025  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.014499697542148304  --------------------------------------------------------  Итерация: 38  Текущая точка 2.7202057001960025| След-я точка 2.7062885160493337  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.01391718414666876  --------------------------------------------------------  Итерация: 39  Текущая точка 2.7062885160493337| След-я точка 2.6929210921874494  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.013367423861884387  --------------------------------------------------------  Итерация: 40  Текущая точка 2.6929210921874494| След-я точка 2.6800731489462257  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.012847943241223625  --------------------------------------------------------  Итерация: 41  Текущая точка 2.6800731489462257| След-я точка 2.66771664490757  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.012356504038655736  --------------------------------------------------------  Итерация: 42  Текущая точка 2.66771664490757| След-я точка 2.6558255685069785  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.011891076400591505  --------------------------------------------------------  Итерация: 43  Текущая точка 2.6558255685069785| След-я точка 2.644375752906599  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.011449815600379498  --------------------------------------------------------  Итерация: 44  Текущая точка 2.644375752906599| След-я точка 2.6333447111212904  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.01103104178530856  --------------------------------------------------------  Итерация: 45  Текущая точка 2.6333447111212904| След-я точка 2.6227114888270373  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.01063322229425312  --------------------------------------------------------  Итерация: 46  Текущая точка 2.6227114888270373| След-я точка 2.6124565326507954  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.010254956176241947  --------------------------------------------------------  Итерация: 47  Текущая точка 2.6124565326507954| След-я точка 2.602561572051372  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.009894960599423186  --------------------------------------------------------  Итерация: 48  Текущая точка 2.602561572051372| След-я точка 2.593009513162676  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.009552058888696369  --------------------------------------------------------  Итерация: 49  Текущая точка 2.593009513162676| След-я точка 2.5837843431920287  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.009225169970647151  --------------------------------------------------------  Итерация: 50  Текущая точка 2.5837843431920287| След-я точка 2.5748710441540745  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.008913299037954125  --------------------------------------------------------  Итерация: 51  Текущая точка 2.5748710441540745| След-я точка 2.5662555148807065  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.008615529273368061  --------------------------------------------------------  Итерация: 52  Текущая точка 2.5662555148807065| След-я точка 2.5579245003839426  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.008331014496763878  --------------------------------------------------------  Итерация: 53  Текущая точка 2.5579245003839426| След-я точка 2.5498655277655877  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.008058972618354865  --------------------------------------------------------  Итерация: 54  Текущая точка 2.5498655277655877| След-я точка 2.542066847967901  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0077986797976867805  --------------------------------------------------------  Итерация: 55  Текущая точка 2.542066847967901| След-я точка 2.5345173827459155  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0075494652219854075  --------------------------------------------------------  Итерация: 56  Текущая точка 2.5345173827459155| След-я точка 2.527206676316691  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.007310706429224378  --------------------------------------------------------  Итерация: 57  Текущая точка 2.527206676316691| След-я точка 2.5201248512053507  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.007081825111340478  --------------------------------------------------------  Итерация: 58  Текущая точка 2.5201248512053507| След-я точка 2.5132625678637988  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.006862283341551922  --------------------------------------------------------  Итерация: 59  Текущая точка 2.5132625678637988| След-я точка 2.5066109876867366  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.006651580177062133  --------------------------------------------------------  Итерация: 60  Текущая точка 2.5066109876867366| След-я точка 2.5001617390920754  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.006449248594661228  --------------------------------------------------------  Итерация: 61  Текущая точка 2.5001617390920754| След-я точка 2.493906886369946  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.006254852722129556  --------------------------------------------------------  Итерация: 62  Текущая точка 2.493906886369946| След-я точка 2.487838901036992  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.006067985332953718  --------------------------------------------------------  Итерация: 63  Текущая точка 2.487838901036992| След-я точка 2.4819506354611276  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.005888265575864526  --------------------------------------------------------  Итерация: 64  Текущая точка 2.4819506354611276| След-я точка 2.4762352985469844  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.005715336914143165  --------------------------------------------------------  Итерация: 65  Текущая точка 2.4762352985469844| След-я точка 2.4706864332943463  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.005548865252638091  --------------------------------------------------------  Итерация: 66  Текущая точка 2.4706864332943463| След-я точка 2.465297896061318  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.005388537233028234  --------------------------------------------------------  Итерация: 67  Текущая точка 2.465297896061318| След-я точка 2.4600638373811994  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.005234058680118725  --------------------------------------------------------  Итерация: 68  Текущая точка 2.4600638373811994| След-я точка 2.4549786841972616  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.005085153183937763  --------------------------------------------------------  Итерация: 69  Текущая точка 2.4549786841972616| След-я точка 2.4500371233931544  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.004941560804107237  --------------------------------------------------------  Итерация: 70  Текущая точка 2.4500371233931544| След-я точка 2.4452340865086692  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0048030368844851346  --------------------------------------------------------  Итерация: 71  Текущая точка 2.4452340865086692| След-я точка 2.440564735541292  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.004669350967377195  --------------------------------------------------------  Итерация: 72  Текущая точка 2.440564735541292| След-я точка 2.4360244497434977  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.004540285797794308  --------------------------------------------------------  Итерация: 73  Текущая точка 2.4360244497434977| След-я точка 2.431608813334255  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.004415636409242918  --------------------------------------------------------  Итерация: 74  Текущая точка 2.431608813334255| След-я точка 2.4273136040508176  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.004295209283437185  --------------------------------------------------------  Итерация: 75  Текущая точка 2.4273136040508176| След-я точка 2.4231347824736926  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.004178821577125014  --------------------------------------------------------  Итерация: 76  Текущая точка 2.4231347824736926| След-я точка 2.4190684820637816  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.004066300409911072  --------------------------------------------------------  Итерация: 77  Текущая точка 2.4190684820637816| След-я точка 2.4151109998561906  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.003957482207590957  --------------------------------------------------------  Итерация: 78  Текущая точка 2.4151109998561906| След-я точка 2.4112587877601257  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0038522120960648998  --------------------------------------------------------  Итерация: 79  Текущая точка 2.4112587877601257| След-я точка 2.407508444418738  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0037503433413879073  --------------------------------------------------------  Итерация: 80  Текущая точка 2.407508444418738| След-я точка 2.4038567075867934  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0036517368319444188  --------------------------------------------------------  Итерация: 81  Текущая точка 2.4038567075867934| След-я точка 2.4003004469876523  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.003556260599141048  --------------------------------------------------------  Итерация: 82  Текущая точка 2.4003004469876523| След-я точка 2.3968366576143096  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.003463789373342685  --------------------------------------------------------  Итерация: 83  Текущая точка 2.3968366576143096| След-я точка 2.3934624534422118  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0033742041720978833  --------------------------------------------------------  Итерация: 84  Текущая точка 2.3934624534422118| След-я точка 2.390175061524239  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0032873919179725597  --------------------------------------------------------  Итерация: 85  Текущая точка 2.390175061524239| След-я точка 2.3869718164406755  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0032032450835637327  --------------------------------------------------------  Итерация: 86  Текущая точка 2.3869718164406755| След-я точка 2.3838501550791897  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.003121661361485728  --------------------------------------------------------  Итерация: 87  Текущая точка 2.3838501550791897| След-я точка 2.380807611721864  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0030425433573255667  --------------------------------------------------------  Итерация: 88  Текущая точка 2.380807611721864| След-я точка 2.377841813418124  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.002965798303740108  --------------------------------------------------------  Итерация: 89  Текущая точка 2.377841813418124| След-я точка 2.3749504756240905  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0028913377940336105  --------------------------------------------------------  Итерация: 90  Текущая точка 2.3749504756240905| След-я точка 2.372131398090388  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0028190775337022522  --------------------------------------------------------  Итерация: 91  Текущая точка 2.372131398090388| След-я точка 2.369382460981831  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.002748937108557392  --------------------------------------------------------  Итерация: 92  Текущая точка 2.369382460981831| След-я точка 2.3667016212136613  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.002680839768169463  --------------------------------------------------------  Итерация: 93  Текущая точка 2.3667016212136613| След-я точка 2.3640869089901893  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.002614712223472093  --------------------------------------------------------  Итерация: 94  Текущая точка 2.3640869089901893| След-я точка 2.361536424532719  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0025504844574704144  --------------------------------------------------------  Итерация: 95  Текущая точка 2.361536424532719| След-я точка 2.3590483349846334  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.002488089548085437  --------------------------------------------------------  Итерация: 96  Текущая точка 2.3590483349846334| След-я точка 2.35662087148239  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00242746350224321  --------------------------------------------------------  Итерация: 97  Текущая точка 2.35662087148239| След-я точка 2.3542523263819963  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0023685451003938596  --------------------------------------------------------  Итерация: 98  Текущая точка 2.3542523263819963| След-я точка 2.3519410506312832  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0023112757507131043  --------------------------------------------------------  Итерация: 99  Текущая точка 2.3519410506312832| След-я точка 2.3496854512789893  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0022555993522939133  --------------------------------------------------------  Итерация: 100  Текущая точка 2.3496854512789893| След-я точка 2.347483989112291  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0022014621666981427  --------------------------------------------------------  Итерация: 101  Текущая точка 2.347483989112291| След-я точка 2.345335176415011  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.002148812697280178  --------------------------------------------------------  Итерация: 102  Текущая точка 2.345335176415011| След-я точка 2.3432375748392618  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0020976015757492306  --------------------------------------------------------  Итерация: 103  Текущая точка 2.3432375748392618| След-я точка 2.3411897933837924  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.002047781455469355  --------------------------------------------------------  Итерация: 104  Текущая точка 2.3411897933837924| След-я точка 2.339190486472747  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.001999306911045551  --------------------------------------------------------  Итерация: 105  Текущая точка 2.339190486472747| След-я точка 2.337238352128983  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.001952134343763845  --------------------------------------------------------  Итерация: 106  Текущая точка 2.337238352128983| След-я точка 2.335332130236479  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0019062218925038898  --------------------------------------------------------  Итерация: 107  Текущая точка 2.335332130236479| След-я точка 2.333470600886723  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0018615293497559193  --------------------------------------------------------  Итерация: 108  Текущая точка 2.333470600886723| След-я точка 2.3316525828043138  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.001818018082409445  --------------------------------------------------------  Итерация: 109  Текущая точка 2.3316525828043138| След-я точка 2.32987693184731  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.001775650957003716  --------------------------------------------------------  Итерация: 110  Текущая точка 2.32987693184731| След-я точка 2.3281425395781596  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0017343922691503977  --------------------------------------------------------  Итерация: 111  Текущая точка 2.3281425395781596| След-я точка 2.3264483319012927  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.001694207676866899  --------------------------------------------------------  Итерация: 112  Текущая точка 2.3264483319012927| След-я точка 2.324793267763728  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0016550641375645547  --------------------------------------------------------  Итерация: 113  Текущая точка 2.324793267763728| След-я точка 2.3231763379152595  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.001616929848468729  --------------------------------------------------------  Итерация: 114  Текущая точка 2.3231763379152595| След-я точка 2.321596563725005  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0015797741902545681  --------------------------------------------------------  Итерация: 115  Текущая точка 2.321596563725005| След-я точка 2.3200529960513046  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0015435676737003412  --------------------------------------------------------  Итерация: 116  Текущая точка 2.3200529960513046| След-я точка 2.3185447141621345  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0015082818891700711  --------------------------------------------------------  Итерация: 117  Текущая точка 2.3185447141621345| След-я точка 2.3170708247033747  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.001473889458759814  --------------------------------------------------------  Итерация: 118  Текущая точка 2.3170708247033747| След-я точка 2.3156304607124367  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0014403639909379429  --------------------------------------------------------  Итерация: 119  Текущая точка 2.3156304607124367| След-я точка 2.3142227806748945  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0014076800375422138  --------------------------------------------------------  Итерация: 120  Текущая точка 2.3142227806748945| След-я точка 2.312846967621914  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0013758130529804014  --------------------------------------------------------  Итерация: 121  Текущая точка 2.312846967621914| След-я точка 2.311502228266399  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0013447393555150455  --------------------------------------------------------  Итерация: 122  Текущая точка 2.311502228266399| След-я точка 2.310187792175895  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0013144360905039676  --------------------------------------------------------  Итерация: 123  Текущая точка 2.310187792175895| След-я точка 2.3089029109804073  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0012848811954877526  --------------------------------------------------------  Итерация: 124  Текущая точка 2.3089029109804073| След-я точка 2.307646857613391  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0012560533670162854  --------------------------------------------------------  Итерация: 125  Текущая точка 2.307646857613391| След-я точка 2.3064189255842815  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0012279320291095353  --------------------------------------------------------  Итерация: 126  Текущая точка 2.3064189255842815| След-я точка 2.3052184282810093  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0012004973032722077  --------------------------------------------------------  Итерация: 127  Текущая точка 2.3052184282810093| След-я точка 2.3040446983010487  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0011737299799605694  --------------------------------------------------------  Итерация: 128  Текущая точка 2.3040446983010487| След-я точка 2.3028970868096144  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.001147611491434386  --------------------------------------------------------  Итерация: 129  Текущая точка 2.3028970868096144| След-я точка 2.3017749629237128  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0011221238859016047  --------------------------------------------------------  Итерация: 130  Текущая точка 2.3017749629237128| След-я точка 2.300677713120812  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0010972498029007127  --------------------------------------------------------  Итерация: 131  Текущая точка 2.300677713120812| След-я точка 2.299604740670971  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0010729724498408366  --------------------------------------------------------  Итерация: 132  Текущая точка 2.299604740670971| След-я точка 2.2985554650913262  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0010492755796449593  --------------------------------------------------------  Итерация: 133  Текущая точка 2.2985554650913262| След-я точка 2.2975293216218984  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0010261434694278648  --------------------------------------------------------  Итерация: 134  Текущая точка 2.2975293216218984| След-я точка 2.2965257607217326  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0010035609001657342  --------------------------------------------------------  Итерация: 135  Текущая точка 2.2965257607217326| След-я точка 2.2955442475844405  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0009815131372921115  --------------------------------------------------------  Итерация: 136  Текущая точка 2.2955442475844405| След-я точка 2.294584261672259  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0009599859121816046  --------------------------------------------------------  Итерация: 137  Текущая точка 2.294584261672259| След-я точка 2.2936452962677922  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0009389654044666962  --------------------------------------------------------  Итерация: 138  Текущая точка 2.2936452962677922| След-я точка 2.2927268580426414  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0009184382251508083  --------------------------------------------------------  Итерация: 139  Текущая точка 2.2927268580426414| След-я точка 2.2918284666421687  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0008983914004727644  --------------------------------------------------------  Итерация: 140  Текущая точка 2.2918284666421687| След-я точка 2.290949654285684  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0008788123564844597  --------------------------------------------------------  Итерация: 141  Текущая точка 2.290949654285684| След-я точка 2.290089965381376  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0008596889043079869  --------------------------------------------------------  Итерация: 142  Текущая точка 2.290089965381376| След-я точка 2.289248956155343  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0008410092260331403  --------------------------------------------------------  Итерация: 143  Текущая точка 2.289248956155343| След-я точка 2.2884261942941144  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0008227618612286491  --------------------------------------------------------  Итерация: 144  Текущая точка 2.2884261942941144| След-я точка 2.287621258600083  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0008049356940316166  --------------------------------------------------------  Итерация: 145  Текущая точка 2.287621258600083| След-я точка 2.2868337386592925  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0007875199407902933  --------------------------------------------------------  Итерация: 146  Текущая точка 2.2868337386592925| След-я точка 2.286063234521063  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0007705041382295441  --------------------------------------------------------  Итерация: 147  Текущая точка 2.286063234521063| След-я точка 2.2853093563889457  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0007538781321172472  --------------------------------------------------------  Итерация: 148  Текущая точка 2.2853093563889457| След-я точка 2.284571724322543  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0007376320664027602  --------------------------------------------------------  Итерация: 149  Текущая точка 2.284571724322543| След-я точка 2.283849967949734  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0007217563728088017  --------------------------------------------------------  Итерация: 150  Текущая точка 2.283849967949734| След-я точка 2.2831437261888827  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0007062417608514338  --------------------------------------------------------  Итерация: 151  Текущая точка 2.2831437261888827| След-я точка 2.2824526469806097  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0006910792082730488  --------------------------------------------------------  Итерация: 152  Текущая точка 2.2824526469806097| След-я точка 2.281776387028749  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0006762599518608248  --------------------------------------------------------  Итерация: 153  Текущая точка 2.281776387028749| След-я точка 2.2811146115501097  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0006617754786391039  --------------------------------------------------------  Итерация: 154  Текущая точка 2.2811146115501097| След-я точка 2.2804669940326927  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0006476175174170429  --------------------------------------------------------  Итерация: 155  Текущая точка 2.2804669940326927| След-я точка 2.2798332160020207  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0006337780306719942  --------------------------------------------------------  Итерация: 156  Текущая точка 2.2798332160020207| След-я точка 2.279212966795265  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0006202492067557408  --------------------------------------------------------  Итерация: 157  Текущая точка 2.279212966795265| След-я точка 2.278605943342856  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.000607023452408928  --------------------------------------------------------  Итерация: 158  Текущая точка 2.278605943342856| След-я точка 2.2780118499572883  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0005940933855677066  --------------------------------------------------------  Итерация: 159  Текущая точка 2.2780118499572883| След-я точка 2.2774303981288373  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0005814518284510406  --------------------------------------------------------  Итерация: 160  Текущая точка 2.2774303981288373| След-я точка 2.276861306327921  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0005690918009162438  --------------------------------------------------------  Итерация: 161  Текущая точка 2.276861306327921| След-я точка 2.2763042998138534  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0005570065140676483  --------------------------------------------------------  Итерация: 162  Текущая точка 2.2763042998138534| След-я точка 2.275759110449743  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00054518936411041  --------------------------------------------------------  Итерация: 163  Текущая точка 2.275759110449743| След-я точка 2.275225476523302  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0005336339264410128  --------------------------------------------------------  Итерация: 164  Текущая точка 2.275225476523302| След-я точка 2.2747031425733484  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0005223339499536017  --------------------------------------------------------  Итерация: 165  Текущая точка 2.2747031425733484| След-я точка 2.2741918592217822  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0005112833515661386  --------------------------------------------------------  Итерация: 166  Текущая точка 2.2741918592217822| След-я точка 2.2736913830108336  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0005004762109486194  --------------------------------------------------------  Итерация: 167  Текущая точка 2.2736913830108336| След-я точка 2.2732014762453905  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0004899067654431377  --------------------------------------------------------  Итерация: 168  Текущая точка 2.2732014762453905| След-я точка 2.2727219068402142  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0004795694051762389  --------------------------------------------------------  Итерация: 169  Текущая точка 2.2727219068402142| След-я точка 2.2722524481718684  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0004694586683458013  --------------------------------------------------------  Итерация: 170  Текущая точка 2.2722524481718684| След-я точка 2.2717928789351864  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00045956923668200034  --------------------------------------------------------  Итерация: 171  Текущая точка 2.2717928789351864| След-я точка 2.271342983004117  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00044989593106947723  --------------------------------------------------------  Итерация: 172  Текущая точка 2.271342983004117| След-я точка 2.2709025492967885  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0004404337073284914  --------------------------------------------------------  Итерация: 173  Текущая точка 2.2709025492967885| След-я точка 2.27047137164464  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00043117765214839565  --------------------------------------------------------  Итерация: 174  Текущая точка 2.27047137164464| След-я точка 2.2700492486654813  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00042212297915877883  --------------------------------------------------------  Итерация: 175  Текущая точка 2.2700492486654813| След-я точка 2.2696359836403324  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0004132650251489345  --------------------------------------------------------  Итерация: 176  Текущая точка 2.2696359836403324| След-я точка 2.2692313843939216  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00040459924641078615  --------------------------------------------------------  Итерация: 177  Текущая точка 2.2692313843939216| След-я точка 2.2688352631787083  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00039612121521326316  --------------------------------------------------------  Итерация: 178  Текущая точка 2.2688352631787083| След-я точка 2.2684474365623077  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00038782661640057725  --------------------------------------------------------  Итерация: 179  Текущая точка 2.2684474365623077| След-я точка 2.268067725318203  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0003797112441046302  --------------------------------------------------------  Итерация: 180  Текущая точка 2.268067725318203| След-я точка 2.267695954319634  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00037177099856888773  --------------------------------------------------------  Итерация: 181  Текущая точка 2.267695954319634| След-я точка 2.2673319524365487  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0003640018830854963  --------------------------------------------------------  Итерация: 182  Текущая точка 2.2673319524365487| След-я точка 2.2669755524355173  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00035640000103143166  --------------------------------------------------------  Итерация: 183  Текущая точка 2.2669755524355173| След-я точка 2.2666265908825114  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0003489615530058998  --------------------------------------------------------  Итерация: 184  Текущая точка 2.2666265908825114| След-я точка 2.266284908048448  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0003416828340632172  --------------------------------------------------------  Итерация: 185  Текущая точка 2.266284908048448| След-я точка 2.2659503478174092  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0003345602310389495  --------------------------------------------------------  Итерация: 186  Текущая точка 2.2659503478174092| След-я точка 2.2656227575974466  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0003275902199626479  --------------------------------------------------------  Итерация: 187  Текущая точка 2.2656227575974466| След-я точка 2.265301988233889  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.000320769363557627  --------------------------------------------------------  Итерация: 188  Текущая точка 2.265301988233889| След-я точка 2.2649878939250683  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00031409430882067824  --------------------------------------------------------  Итерация: 189  Текущая точка 2.2649878939250683| След-я точка 2.264680332140388  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.000307561784680388  --------------------------------------------------------  Итерация: 190  Текущая точка 2.264680332140388| След-я точка 2.264379163540654  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0003011685997340585  --------------------------------------------------------  Итерация: 191  Текущая точка 2.264379163540654| След-я точка 2.264084251900598  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00029491164005568393  --------------------------------------------------------  Итерация: 192  Текущая точка 2.264084251900598| След-я точка 2.2637954640335267  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00028878786707142723  --------------------------------------------------------  Итерация: 193  Текущая точка 2.2637954640335267| След-я точка 2.26351266971802  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00028279431550659595  --------------------------------------------------------  Итерация: 194  Текущая точка 2.26351266971802| След-я точка 2.263235741626623  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0002769280913970107  --------------------------------------------------------  Итерация: 195  Текущая точка 2.263235741626623| След-я точка 2.262964555256463  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00027118637016032565  --------------------------------------------------------  Итерация: 196  Текущая точка 2.262964555256463| След-я точка 2.2626989888617315  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00026556639473129806  --------------------------------------------------------  Итерация: 197  Текущая точка 2.2626989888617315| След-я точка 2.2624389233879802  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00026006547375123645  --------------------------------------------------------  Итерация: 198  Текущая точка 2.2624389233879802| След-я точка 2.262184242408163  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.000254680979817401  --------------------------------------------------------  Итерация: 199  Текущая точка 2.262184242408163| След-я точка 2.2619348320603785  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00024941034778436233  --------------------------------------------------------  Итерация: 200  Текущая точка 2.2619348320603785| След-я точка 2.261690580987262  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00024425107311643046  --------------------------------------------------------  Итерация: 201  Текущая точка 2.261690580987262| След-я точка 2.261451380276969  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00023920071029293055  --------------------------------------------------------  Итерация: 202  Текущая точка 2.261451380276969| След-я точка 2.26121712340571  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00023425687125921968  --------------------------------------------------------  Итерация: 203  Текущая точка 2.26121712340571| След-я точка 2.2609877061817825  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00022941722392744168  --------------------------------------------------------  Итерация: 204  Текущая точка 2.2609877061817825| След-я точка 2.2607630266910634  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00022467949071902638  --------------------------------------------------------  Итерация: 205  Текущая точка 2.2607630266910634| След-я точка 2.2605429852439114  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00022004144715204177  --------------------------------------------------------  Итерация: 206  Текущая точка 2.2605429852439114| След-я точка 2.2603274843234384  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00021550092047295522  --------------------------------------------------------  Итерация: 207  Текущая точка 2.2603274843234384| След-я точка 2.2601164285351136  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00021105578832480987  --------------------------------------------------------  Итерация: 208  Текущая точка 2.2601164285351136| След-я точка 2.259909724557657  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00020670397745670144  --------------------------------------------------------  Итерация: 209  Текущая точка 2.259909724557657| След-я точка 2.2597072810951855  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00020244346247144662  --------------------------------------------------------  Итерация: 210  Текущая точка 2.2597072810951855| След-я точка 2.2595090088305763  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00019827226460922276  --------------------------------------------------------  Итерация: 211  Текущая точка 2.2595090088305763| След-я точка 2.2593148203800104  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00019418845056584644  --------------------------------------------------------  Итерация: 212  Текущая точка 2.2593148203800104| След-я точка 2.2591246302486643  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00019019013134613516  --------------------------------------------------------  Итерация: 213  Текущая точка 2.2591246302486643| След-я точка 2.2589383547875137  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0001862754611505757  --------------------------------------------------------  Итерация: 214  Текущая точка 2.2589383547875137| След-я точка 2.258755912151223  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00018244263629085822  --------------------------------------------------------  Итерация: 215  Текущая точка 2.258755912151223| След-я точка 2.258577222257081  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0001786898941418258  --------------------------------------------------------  Итерация: 216  Текущая точка 2.258577222257081| След-я точка 2.2584022067449636  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00017501551211740463  --------------------------------------------------------  Итерация: 217  Текущая точка 2.2584022067449636| След-я точка 2.258230788938286  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00017141780667762063  --------------------------------------------------------  Итерация: 218  Текущая точка 2.258230788938286| След-я точка 2.2580628938059193  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00016789513236670217  --------------------------------------------------------  Итерация: 219  Текущая точка 2.2580628938059193| След-я точка 2.2578984479250486  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00016444588087072276  --------------------------------------------------------  Итерация: 220  Текущая точка 2.2578984479250486| След-я точка 2.257737379444939  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00016106848010943864  --------------------------------------------------------  Итерация: 221  Текущая точка 2.257737379444939| След-я точка 2.257579618051591  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00015776139334811035  --------------------------------------------------------  Итерация: 222  Текущая точка 2.257579618051591| След-я точка 2.257425094933255  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00015452311833596966  --------------------------------------------------------  Итерация: 223  Текущая точка 2.257425094933255| След-я точка 2.2572737427467886  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00015135218646644688  --------------------------------------------------------  Итерация: 224  Текущая точка 2.2572737427467886| След-я точка 2.257125495584825  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00014824716196359944  --------------------------------------------------------  Итерация: 225  Текущая точка 2.257125495584825| След-я точка 2.2569802889437383  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00014520664108674808  --------------------------------------------------------  Итерация: 226  Текущая точка 2.2569802889437383| След-я точка 2.256838059692378  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0001422292513604262  --------------------------------------------------------  Итерация: 227  Текущая точка 2.256838059692378| След-я точка 2.2566987460415557  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00013931365082209268  --------------------------------------------------------  Итерация: 228  Текущая точка 2.2566987460415557| След-я точка 2.256562287514264  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00013645852729160524  --------------------------------------------------------  Итерация: 229  Текущая точка 2.256562287514264| След-я точка 2.2564286249166035  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00013366259766067756  --------------------------------------------------------  Итерация: 230  Текущая точка 2.2564286249166035| След-я точка 2.256297700309404  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00013092460719965615  --------------------------------------------------------  Итерация: 231  Текущая точка 2.256297700309404| След-я точка 2.25616945698052  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00012824332888383694  --------------------------------------------------------  Итерация: 232  Текущая точка 2.25616945698052| След-я точка 2.2560438394177824  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00012561756273754554  --------------------------------------------------------  Итерация: 233  Текущая точка 2.2560438394177824| След-я точка 2.2559207932825864  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00012304613519598107  --------------------------------------------------------  Итерация: 234  Текущая точка 2.2559207932825864| След-я точка 2.255800265384106  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00012052789848038259  --------------------------------------------------------  Итерация: 235  Текущая точка 2.255800265384106| След-я точка 2.2556822036541093  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00011806172999673237  --------------------------------------------------------  Итерация: 236  Текущая точка 2.2556822036541093| След-я точка 2.2555665571223678  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00011564653174156447  --------------------------------------------------------  Итерация: 237  Текущая точка 2.2555665571223678| След-я точка 2.2554532758926387  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00011328122972908972  --------------------------------------------------------  Итерация: 238  Текущая точка 2.2554532758926387| След-я точка 2.2553423111192066  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00011096477343208733  --------------------------------------------------------  Итерация: 239  Текущая точка 2.2553423111192066| След-я точка 2.2552336149839727  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00010869613523389887  --------------------------------------------------------  Итерация: 240  Текущая точка 2.2552336149839727| След-я точка 2.2551271406740727  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.0001064743098999621  --------------------------------------------------------  Итерация: 241  Текущая точка 2.2551271406740727| След-я точка 2.2550228423600154  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00010429831405733836  --------------------------------------------------------  Итерация: 242  Текущая точка 2.2550228423600154| След-я точка 2.2549206751743243  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00010216718569111549  --------------------------------------------------------  Итерация: 243  Текущая точка 2.2549206751743243| След-я точка 2.254820595190671  Дистан-я между текущей точк. и след. 0.00010007998365324511  --------------------------------------------------------  Итерация: 244  Текущая точка 2.254820595190671| След-я точка 2.2547225594034894  Дистан-я между текущей точк. и след. 9.8035787181594e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 245  Текущая точка 2.2547225594034894| След-я точка 2.254626525708056  Дистан-я между текущей точк. и след. 9.603369543320639e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 246  Текущая точка 2.254626525708056| След-я точка 2.2545324528810275  Дистан-я между текущей точк. и след. 9.407282702866837e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 247  Текущая точка 2.2545324528810275| След-я точка 2.2544403005614195  Дистан-я между текущей точк. и след. 9.215231960801873e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 248  Текущая точка 2.2544403005614195| След-я точка 2.2543500292320227  Дистан-я между текущей точк. и след. 9.027132939687377e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 249  Текущая точка 2.2543500292320227| След-я точка 2.254261600201238  Дистан-я между текущей точк. и след. 8.842903078454256e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 250  Текущая точка 2.254261600201238| След-я точка 2.254174975585326  Дистан-я между текущей точк. и след. 8.662461591191217e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 251  Текущая точка 2.254174975585326| След-я точка 2.2540901182910567  Дистан-я между текущей точк. и след. 8.485729426954691e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 252  Текущая точка 2.2540901182910567| След-я точка 2.2540069919987498  Дистан-я между текущей точк. и след. 8.312629230688984e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 253  Текущая точка 2.2540069919987498| След-я точка 2.2539255611457025  Дистан-я между текущей точк. и след. 8.14308530472374e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 254  Текущая точка 2.2539255611457025| След-я точка 2.2538457909099843  Дистан-я между текущей точк. и след. 7.977023571825725e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 255  Текущая точка 2.2538457909099843| След-я точка 2.2537676471945995  Дистан-я между текущей точк. и след. 7.814371538472642e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 256  Текущая точка 2.2537676471945995| След-я точка 2.2536910966120023  Дистан-я между текущей точк. и след. 7.655058259725678e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 257  Текущая точка 2.2536910966120023| След-я точка 2.253616106468961  Дистан-я между текущей точк. и след. 7.499014304146456e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 258  Текущая точка 2.253616106468961| След-я точка 2.2535426447517564  Дистан-я между текущей точк. и след. 7.346171720445938e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 259  Текущая точка 2.2535426447517564| След-я точка 2.2534706801117146  Дистан-я между текущей точк. и след. 7.196464004177727e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 260  Текущая точка 2.2534706801117146| След-я точка 2.2534001818510587  Дистан-я между текущей точк. и след. 7.049826065586018e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 261  Текущая точка 2.2534001818510587| След-я точка 2.2533311199090744  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.906194198430526e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 262  Текущая точка 2.2533311199090744| След-я точка 2.253263464848585  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.765506048944658e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 263  Текущая точка 2.253263464848585| След-я точка 2.253197187842724  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.627700586081531e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 264  Текущая точка 2.253197187842724| След-я точка 2.2531322606620003  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.49271807238172e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 265  Текущая точка 2.2531322606620003| След-я точка 2.2530686556616484  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.360500035196281e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 266  Текущая точка 2.2530686556616484| След-я точка 2.2530063457692577  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.2309892390644e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 267  Текущая точка 2.2530063457692577| След-я точка 2.2529453044726755  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.104129658224267e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 268  Текущая точка 2.2529453044726755| След-я точка 2.252885505808172  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.9798664503674104e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 269  Текущая точка 2.252885505808172| След-я точка 2.252826924348868  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.858145930393022e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 270  Текущая точка 2.252826924348868| След-я точка 2.2527695351934147  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.738915545316914e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 271  Текущая точка 2.2527695351934147| След-я точка 2.2527133139549216  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.6221238493137093e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 272  Текущая точка 2.2527133139549216| След-я точка 2.2526582367501247  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.5077204796916135e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 273  Текущая точка 2.2526582367501247| След-я точка 2.252604280188793  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.3956561331780506e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 274  Текущая точка 2.252604280188793| След-я точка 2.2525514213633624  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.28588254304907e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 275  Текущая точка 2.2525514213633624| След-я точка 2.2524996378388003  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.178352456214341e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 276  Текущая точка 2.2524996378388003| След-я точка 2.252448907642684  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.073019611634422e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 277  Текущая точка 2.252448907642684| След-я точка 2.2523992092554983  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.969838718560382e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 278  Текущая точка 2.2523992092554983| След-я точка 2.252350521601142  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.868765435617206e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 279  Текущая точка 2.252350521601142| След-я точка 2.2523028240376406  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.769756350153642e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 280  Текущая точка 2.2523028240376406| След-я точка 2.252256096348057  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.672768958347007e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 281  Текущая точка 2.252256096348057| След-я точка 2.252210318731602  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.577761645530032e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 282  Текущая точка 2.252210318731602| След-я точка 2.2521654717949326  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.484693666917394e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 283  Текущая точка 2.2521654717949326| След-я точка 2.2521215365436418  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.3935251290871946e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 284  Текущая точка 2.2521215365436418| След-я точка 2.2520784943739263  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.304216971551256e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 285  Текущая точка 2.2520784943739263| След-я точка 2.2520363270644372  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.216730948902736e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 286  Текущая точка 2.2520363270644372| След-я точка 2.2519950167683045  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.131029613274606e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 287  Текущая точка 2.2519950167683045| След-я точка 2.2519545460053307  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.0470762973754404e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 288  Текущая точка 2.2519545460053307| След-я точка 2.2519148976543537  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.964835097702846e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 289  Текущая точка 2.2519148976543537| След-я точка 2.251876054945772  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.884270858156569e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 290  Текущая точка 2.251876054945772| След-я точка 2.25183800145423  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.805349154228921e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 291  Текущая точка 2.25183800145423| След-я точка 2.2518007210914566  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.728036277328428e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 292  Текущая точка 2.2518007210914566| След-я точка 2.2517641980992624  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.6522992194143455e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 293  Текущая точка 2.2517641980992624| След-я точка 2.25172841704268  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.578105658252895e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 294  Текущая точка 2.25172841704268| След-я точка 2.251693362803253  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.505423942673502e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 295  Текущая точка 2.251693362803253| След-я точка 2.2516590205724683  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.434223078491172e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 296  Текущая точка 2.2516590205724683| След-я точка 2.2516253758453244  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.364472714384448e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 297  Текущая точка 2.2516253758453244| След-я точка 2.251592414414041  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.2961431283506926e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 298  Текущая точка 2.251592414414041| След-я точка 2.2515601223618984  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.229205214250186e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 299  Текущая точка 2.2515601223618984| След-я точка 2.2515284860572087  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.163630468971945e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 300  Текущая точка 2.2515284860572087| След-я точка 2.251497492147413  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.099390979555139e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 301  Текущая точка 2.251497492147413| След-я точка 2.2514671275533065  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.0364594106657705e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 302  Текущая точка 2.2514671275533065| След-я точка 2.2514373794633817  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.9748089924730436e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 303  Текущая точка 2.2514373794633817| След-я точка 2.2514082353282943  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.9144135087477707e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 304  Текущая точка 2.2514082353282943| След-я точка 2.251379682855444  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.8552472850051913e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 305  Текущая точка 2.251379682855444| След-я точка 2.25135171000367  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.797285177402742e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 306  Текущая точка 2.25135171000367| След-я точка 2.2513243049780582  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.740502561193736e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 307  Текущая точка 2.2513243049780582| След-я точка 2.251297456224856  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.684875320202451e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 308  Текущая точка 2.251297456224856| След-я точка 2.2512711524264986  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.6303798357663055e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 309  Текущая точка 2.2512711524264986| След-я точка 2.2512453824967333  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.576992976521808e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 310  Текущая точка 2.2512453824967333| След-я точка 2.2512201355758523  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.5246920881016877e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 311  Текущая точка 2.2512201355758523| След-я точка 2.251195401026021  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.4734549831428865e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 312  Текущая точка 2.251195401026021| След-я точка 2.251171168426706  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.423259931472188e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 313  Текущая точка 2.251171168426706| След-я точка 2.251147427570201  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.3740856505138908e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 314  Текущая точка 2.251147427570201| След-я точка 2.2511241684572414  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.325911295963934e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 315  Текущая точка 2.2511241684572414| След-я точка 2.2511013812927145  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.2787164526860693e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 316  Текущая точка 2.2511013812927145| След-я точка 2.2510790564814593  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.2324811255192145e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 317  Текущая точка 2.2510790564814593| След-я точка 2.2510571846241523  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.1871857307065312e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 318  Текущая точка 2.2510571846241523| След-я точка 2.251035756513279  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.1428110873245032e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 319  Текущая точка 2.251035756513279| След-я точка 2.2510147631291924  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.099338408667606e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 320  Текущая точка 2.2510147631291924| След-я точка 2.2509941956362507  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.0567492941658827e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 321  Текущая точка 2.2509941956362507| След-я точка 2.2509740453790363  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.015025721435748e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 322  Текущая точка 2.2509740453790363| След-я точка 2.2509543038786552  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.9741500381087462e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 323  Текущая точка 2.2509543038786552| След-я точка 2.25093496282911  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.934104954504079e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 324  Текущая точка 2.25093496282911| След-я точка 2.2509160140937525  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.8948735357682267e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 325  Текущая точка 2.2509160140937525| След-я точка 2.250897449701807  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.8564391945474767e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 326  Текущая точка 2.250897449701807| След-я точка 2.250879261844967  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.8187856840157224e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 327  Текущая точка 2.250879261844967| След-я точка 2.2508614428740623  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.7818970904581732e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 328  Текущая точка 2.2508614428740623| След-я точка 2.2508439852957967  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.7457578265656082e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 329  Текущая точка 2.2508439852957967| След-я точка 2.2508268817695507  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.7103526245954015e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 330  Текущая точка 2.2508268817695507| След-я точка 2.2508101251042536  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.6756665297101847e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 331  Текущая точка 2.2508101251042536| След-я точка 2.2507937082553173  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.641684893627371e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 332  Текущая точка 2.2507937082553173| След-я точка 2.250777624321637  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.6083933680466345e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 333  Текущая точка 2.250777624321637| След-я точка 2.2507618665426503  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.5757778986547066e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 334  Текущая точка 2.2507618665426503| След-я точка 2.2507464282954612  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.5438247189081267e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 335  Текущая точка 2.2507464282954612| След-я точка 2.250731303092021  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.5125203440380375e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 336  Текущая точка 2.250731303092021| След-я точка 2.250716484576367  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.4818515653658437e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 337  Текущая точка 2.250716484576367| След-я точка 2.250701966521922  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.4518054445300521e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 338  Текущая точка 2.250701966521922| След-я точка 2.2506877428288434  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.4223693078463384e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 339  Текущая точка 2.2506877428288434| След-я точка 2.2506738075214345  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.3935307408896591e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 340  Текущая точка 2.2506738075214345| След-я точка 2.2506601547456033  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.365277583120772e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 341  Текущая точка 2.2506601547456033| След-я точка 2.250646778766377  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.3375979226459833e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 342  Текущая точка 2.250646778766377| След-я точка 2.2506336739654658  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.3104800911101222e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 343  Текущая точка 2.2506336739654658| След-я точка 2.250620834838879  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.2839126586783323e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 344  Текущая точка 2.250620834838879| След-я точка 2.2506082559945884  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.2578844290622726e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 345  Текущая точка 2.2506082559945884| След-я точка 2.2505959321502416  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.2323844346795454e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 346  Текущая точка 2.2505959321502416| След-я точка 2.2505838581309203  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.207401932123986e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 347  Текущая точка 2.2505838581309203| След-я точка 2.2505720288669475  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.1829263972806814e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 348  Текущая точка 2.2505720288669475| След-я точка 2.250560439391737  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.1589475210627143e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 349  Текущая точка 2.250560439391737| След-я точка 2.2505490848396885  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.1354552048370437e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 350  Текущая точка 2.2505490848396885| След-я точка 2.250537960444128  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.112439556072431e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 351  Текущая точка 2.250537960444128| След-я точка 2.2505270615352857  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.0898908842094102e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 352  Текущая точка 2.2505270615352857| След-я точка 2.250516383538321  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.0677996964858494e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 353  Текущая точка 2.250516383538321| След-я точка 2.2505059219713837  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.0461566937181033e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 354  Текущая точка 2.2505059219713837| След-я точка 2.2504956724437184  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.0249527665262548e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 355  Текущая точка 2.2504956724437184| След-я точка 2.250485630653805  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.0041789913373123e-05  --------------------------------------------------------  Итерация: 356  Текущая точка 2.250485630653805| След-я точка 2.250475792387539  Дистан-я между текущей точк. и след. 9.838266266104512e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 357  Текущая точка 2.250475792387539| След-я точка 2.250466153516449  Дистан-я между текущей точк. и след. 9.63887108973438e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 358  Текущая точка 2.250466153516449| След-я точка 2.250456709995952  Дистан-я между текущей точк. и след. 9.443520497143254e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 359  Текущая точка 2.250456709995952| След-я точка 2.2504474578636406  Дистан-я между текущей точк. и след. 9.252132311399208e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 360  Текущая точка 2.2504474578636406| След-я точка 2.25043839323761  Дистан-я между текущей точк. и след. 9.064626030674816e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 361  Текущая точка 2.25043839323761| След-я точка 2.250429512314816  Дистан-я между текущей точк. и след. 8.880922794052282e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 362  Текущая точка 2.250429512314816| След-я точка 2.250420811369469  Дистан-я между текущей точк. и след. 8.700945346884481e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 363  Текущая точка 2.250420811369469| След-я точка 2.2504122867514593  Дистан-я между текущей точк. и след. 8.524618009708718e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 364  Текущая точка 2.2504122867514593| След-я точка 2.2504039348848153  Дистан-я между текущей точк. и след. 8.351866644051853e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 365  Текущая точка 2.2504039348848153| След-я точка 2.250395752266193  Дистан-я между текущей точк. и след. 8.18261862223224e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 366  Текущая точка 2.250395752266193| След-я точка 2.250387735463397  Дистан-я между текущей точк. и след. 8.016802795829392e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 367  Текущая точка 2.250387735463397| След-я точка 2.250379881113932  Дистан-я между текущей точк. и след. 7.854349465041821e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 368  Текущая точка 2.250379881113932| След-я точка 2.250372185923582  Дистан-я между текущей точк. и след. 7.695190350265335e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 369  Текущая точка 2.250372185923582| След-я точка 2.2503646466650205  Дистан-я между текущей точк. и след. 7.539258561450879e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 370  Текущая точка 2.2503646466650205| След-я точка 2.2503572601764503  Дистан-я между текущей точк. и след. 7.3864885701269145e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 371  Текущая точка 2.2503572601764503| След-я точка 2.250350023360268  Дистан-я между текущей точк. и след. 7.23681618230998e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 372  Текущая точка 2.250350023360268| След-я точка 2.2503429331817566  Дистан-я между текущей точк. и след. 7.090178511415246e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 373  Текущая точка 2.2503429331817566| След-я точка 2.2503359866678077  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.946513948946631e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 374  Текущая точка 2.2503359866678077| След-я точка 2.2503291809056662  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.805762141404159e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 375  Текущая точка 2.2503291809056662| След-я точка 2.2503225130417026  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.6678639636386094e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 376  Текущая точка 2.2503225130417026| След-я точка 2.25031598028021  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.532761492650252e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 377  Текущая точка 2.25031598028021| След-я точка 2.250309579882226  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.40039798405212e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 378  Текущая точка 2.250309579882226| След-я точка 2.2503033091643774  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.27071784853328e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 379  Текущая точка 2.2503033091643774| След-я точка 2.250297165497751  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.143666626545752e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 380  Текущая точка 2.250297165497751| След-я точка 2.2502911463067843  Дистан-я между текущей точк. и след. 6.01919096654413e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 381  Текущая точка 2.2502911463067843| След-я точка 2.250285249068182  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.8972386023370404e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 382  Текущая точка 2.250285249068182| След-я точка 2.250279471309852  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.777758329994498e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 383  Текущая точка 2.250279471309852| След-я точка 2.250273810609864  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.660699987863893e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 384  Текущая точка 2.250273810609864| След-я точка 2.250268264595432  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.5460144321450855e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 385  Текущая точка 2.250268264595432| След-я точка 2.250262830941911  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.433653520903192e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 386  Текущая точка 2.250262830941911| След-я точка 2.2502575073718227  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.3235700883114134e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 387  Текущая точка 2.2502575073718227| След-я точка 2.250252291653894  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.215717928663821e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 388  Текущая точка 2.250252291653894| След-я точка 2.250247181602119  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.110051775059077e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 389  Текущая точка 2.250247181602119| След-я точка 2.2502421750748383  Дистан-я между текущей точк. и след. 5.006527280748685e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 390  Текущая точка 2.2502421750748383| След-я точка 2.250237269973838  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.9051010000411566e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 391  Текущая точка 2.250237269973838| След-я точка 2.2502324642434677  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.805730370538441e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 392  Текущая точка 2.2502324642434677| След-я точка 2.250227755869774  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.708373693596002e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 393  Текущая точка 2.250227755869774| След-я точка 2.250223142879655  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.612990119223781e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 394  Текущая точка 2.250223142879655| След-я точка 2.250218623340028  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.519539626990365e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 395  Текущая точка 2.250218623340028| След-я точка 2.2502141953570196  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.427983008259417e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 396  Текущая точка 2.2502141953570196| След-я точка 2.2502098570751667  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.338281852866999e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 397  Текущая точка 2.2502098570751667| След-я точка 2.2502056066766376  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.250398529137556e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 398  Текущая точка 2.2502056066766376| След-я точка 2.250201442380467  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.1642961705612436e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 399  Текущая точка 2.250201442380467| След-я точка 2.2501973624418072  Дистан-я между текущей точк. и след. 4.0799386598067144e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 400  Текущая точка 2.2501973624418072| След-я точка 2.250193365151195  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.997290612289817e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 401  Текущая точка 2.250193365151195| След-я точка 2.250189448833833  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.91631736196274e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 402  Текущая точка 2.250189448833833| След-я точка 2.250185611848885  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.83698494799134e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 403  Текущая точка 2.250185611848885| След-я точка 2.250181852588788  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.759260096991568e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 404  Текущая точка 2.250181852588788| След-я точка 2.2501781694785743  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.6831102137036e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 405  Текущая точка 2.2501781694785743| След-я точка 2.250174560975212  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.6085033623400875e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 406  Текущая точка 2.250174560975212| След-я точка 2.250171025566955  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.535408256816197e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 407  Текущая точка 2.250171025566955| След-я точка 2.250167561772709  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.4637942460946647e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 408  Текущая точка 2.250167561772709| След-я точка 2.2501641681414077  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.3936313013072095e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 409  Текущая точка 2.2501641681414077| След-я точка 2.2501608432514053  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.3248900024318573e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 410  Текущая точка 2.2501608432514053| След-я точка 2.2501575857098777  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.2575415276347996e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 411  Текущая точка 2.2501575857098777| След-я точка 2.250154394152238  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.1915576395036283e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 412  Текущая точка 2.250154394152238| След-я точка 2.2501512672415647  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.1269106735010155e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 413  Текущая точка 2.2501512672415647| След-я точка 2.250148203668037  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.0635735277506626e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 414  Текущая точка 2.250148203668037| След-я точка 2.250145202148388  Дистан-я между текущей точк. и след. 3.001519648826445e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 415  Текущая точка 2.250145202148388| След-я точка 2.250142261425365  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.9407230228706283e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 416  Текущая точка 2.250142261425365| След-я точка 2.2501393802672003  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.8811581649357265e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 417  Текущая точка 2.2501393802672003| След-я точка 2.250136557467095  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.8228001052177376e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 418  Текущая точка 2.250136557467095| След-я точка 2.250133791842713  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.7656243819507154e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 419  Текущая точка 2.250133791842713| След-я точка 2.250131082235684  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.709607028972272e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 420  Текущая точка 2.250131082235684| След-я точка 2.2501284275111164  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.6547245677299713e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 421  Текущая точка 2.2501284275111164| След-я точка 2.2501258265571225  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.6009539939586546e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 422  Текущая точка 2.2501258265571225| След-я точка 2.250123278284351  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.548272771463189e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 423  Текущая точка 2.250123278284351| След-я точка 2.2501207816255295  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.496658821460329e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 424  Текущая точка 2.2501207816255295| След-я точка 2.250118335535018  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.446090511476484e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 425  Текущая точка 2.250118335535018| След-я точка 2.250115938988368  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.3965466500186494e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 426  Текущая точка 2.250115938988368| След-я точка 2.250113590981894  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.3480064741399076e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 427  Текущая точка 2.250113590981894| След-я точка 2.2501112905322525  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.300449641445823e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 428  Текущая точка 2.2501112905322525| След-я точка 2.250109036676028  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.2538562243212823e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 429  Текущая точка 2.250109036676028| След-я точка 2.2501068284693315  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.2082066966078173e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 430  Текущая точка 2.2501068284693315| След-я точка 2.250104664987401  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.1634819304949815e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 431  Текущая точка 2.250104664987401| След-я точка 2.250102545324216  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.11966318497403e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 432  Текущая точка 2.250102545324216| След-я точка 2.2501004685921164  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.0767320996206706e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 433  Текущая точка 2.2501004685921164| След-я точка 2.250098433921431  Дистан-я между текущей точк. и след. 2.034670685269191e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 434  Текущая точка 2.250098433921431| След-я точка 2.250096440460112  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.9934613191274764e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 435  Текущая точка 2.250096440460112| След-я точка 2.2500944873733775  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.9530867345629588e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 436  Текущая точка 2.2500944873733775| След-я точка 2.2500925738433617  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.9135300157735458e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 437  Текущая точка 2.2500925738433617| След-я точка 2.250090699068772  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.874774589794015e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 438  Текущая точка 2.250090699068772| След-я точка 2.2500888622645525  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.8368042193905865e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 439  Текущая точка 2.2500888622645525| След-я точка 2.2500870626615557  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.7996029968436744e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 440  Текущая точка 2.2500870626615557| След-я точка 2.2500852995062184  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.7631553372865483e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 441  Текущая точка 2.2500852995062184| След-я точка 2.250083572060247  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.7274459715999058e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 442  Текущая точка 2.250083572060247| След-я точка 2.250081879600307  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.6924599397505347e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 443  Текущая точка 2.250081879600307| След-я точка 2.2500802214177216  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.6581825854622423e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 444  Текущая точка 2.2500802214177216| След-я точка 2.250078596818172  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.6245995495545174e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 445  Текущая точка 2.250078596818172| След-я точка 2.250077005121408  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.5916967641693702e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 446  Текущая точка 2.250077005121408| След-я точка 2.2500754456609613  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.559460446554084e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 447  Текущая точка 2.2500754456609613| След-я точка 2.2500739177838684  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.5278770928439656e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 448  Текущая точка 2.2500739177838684| След-я точка 2.2500724208503944  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.4969334740655427e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 449  Текущая точка 2.2500724208503944| След-я точка 2.2500709542337662  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.4666166281429582e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 450  Текущая точка 2.2500709542337662| След-я точка 2.25006951731991  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.4369138563452566e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 451  Текущая точка 2.25006951731991| След-я точка 2.2500681095071924  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.4078127175132238e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 452  Текущая точка 2.2500681095071924| След-я точка 2.25006673020617  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.3793010222862279e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 453  Текущая точка 2.25006673020617| След-я точка 2.2500653788393414  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.3513668286613267e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 454  Текущая точка 2.2500653788393414| След-я точка 2.2500640548409048  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.3239984366641977e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 455  Текущая точка 2.2500640548409048| След-я точка 2.250062757656521  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.2971843839082453e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 456  Текущая точка 2.250062757656521| След-я точка 2.250061486743082  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.2709134389332633e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 457  Текущая точка 2.250061486743082| След-я точка 2.2500602415684825  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.2451745994290775e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 458  Текущая точка 2.2500602415684825| След-я точка 2.250059021611397  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.2199570855742081e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 459  Текущая точка 2.250059021611397| След-я точка 2.2500578263610613  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.1952503355949773e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 460  Текущая точка 2.2500578263610613| След-я точка 2.250056655317059  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.1710440022127955e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 461  Текущая точка 2.250056655317059| След-я точка 2.250055507989111  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.1473279482032694e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 462  Текущая точка 2.250055507989111| След-я точка 2.2500543838968703  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.1240922406230425e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 463  Текущая точка 2.2500543838968703| След-я точка 2.2500532825697213  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.1013271490334375e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 464  Текущая точка 2.2500532825697213| След-я точка 2.250052203546581  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.0790231401713868e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 465  Текущая точка 2.250052203546581| След-я точка 2.2500511463757085  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.057170872620361e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 466  Текущая точка 2.2500511463757085| След-я точка 2.2500501106145125  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.0357611959221913e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 467  Текущая точка 2.2500501106145125| След-я точка 2.2500490958293686  Дистан-я между текущей точк. и след. 1.0147851439157307e-06  --------------------------------------------------------  Итерация: 468  Текущая точка 2.2500490958293686| След-я точка 2.250048101595436  Дистан-я между текущей точк. и след. 9.942339325164085e-07  --------------------------------------------------------  минимум 2.250048101595436, количество затраченных итераций: 468 |
| --- |

Метод обратного распространения (backpropogation) — самый популярный способ обучения нейронных сетей, у него есть несколько альтернатив: метод упругого распространения (Resilient propagation или Rprop) и генетический алгоритм (Genetic Algorithm). Rprop использует для корректировки весов и смещений знак градиента, а не его значение, а генетический алгоритм для задач оптимизации и моделирования использует случайный подбор.

# Небольшой пример по обучению простой нейронной сети

Рассмотрим создание простой нейронной сети: она будет обучаться предсказывать четвёртое число на основании первых трёх. Для этого мы передадим обучающий набор данных из трёх последовательностей чисел. В каждой последовательности чисел будет три первых числа в качестве входных данных и четвёртое число, следующее за ними. После обучения нейронной сети мы попросим пользователя ввести 3 числа, и программа выдаст 4 в качестве предсказания.

В данном примере будут использоваться следующие обучающие последовательности:

Данные 1| 0 0 1 0

Данные 2| 1 1 1 1

Данные 3| 1 0 1 1

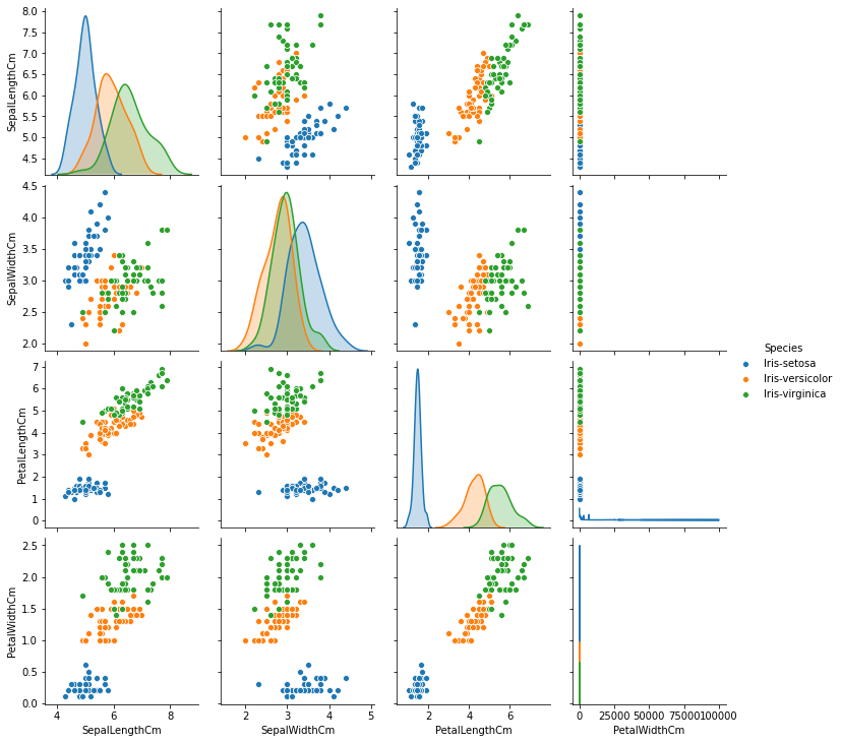
Данные 4| 0 1 1 0

Здесь можно заметить, что четвёртое число всегда соответствует первому. Эту закономерность и должна научиться обнаруживать нейронная сеть благодаря коду ниже, а затем на произвольных данных, введённых пользователем, выдать правильное предсказание. Этот пример позволяет создать и запустить простейшую нейронную сеть, но уже в нём присутствуют все необходимые атрибуты их создания: подготовка данных для обучения модели, конфигурация модели, запуск модели. Дальше мы разберём, что такое функция активации, обратное распространение, внутренние слои нейронной сети и прочие аспекты создания нейронных сетей. Обратите внимание, что для получения дополнительных команд при работе с массивами здесь используется библиотека numpy. Более подробно данную библиотеку мы рассмотрим позже.

| *'''*  *Исходный код к уроку 1.*  *Пример простой нейронной сети на numpy*  *'''*  import numpy as np  *# генерации случайных чисел для инициализации весов*  np.random.seed(1)  synaptic\_weights = 2 \* np.random.random((3, 1)) - 1  *# вычисление сигмоид функции*  **def** sigmoid(x):  **return** 1 / (1 + np.exp(-x))  *# вычисление производной от сигмоид функции*  **def** sigm\_deriv(x):  **return** x \* (1 - x)  *# тренировка нейронной сети*  **def** train\_nn(training\_inputs, training\_outputs, training\_iterations):  **global** synaptic\_weights  **for** iteration **in** range(training\_iterations):  *# перекачивание данных через нейрон*  output = run\_nn(training\_inputs)  *# вычисление ошибки через обратное распространение back-propagation*  error = training\_outputs - output    *# выполнение корректировки весов*  adjustments = np.dot(training\_inputs.T, error \* sigm\_deriv(output))  synaptic\_weights += adjustments  *# пропускание входных данных через нейрон и получение предсказания*  *# конвертация значений во floats*  **def** run\_nn(inputs):  **global** synaptic\_weights  inputs = inputs.astype(float)  output = sigmoid(np.dot(inputs, synaptic\_weights))  **return** output  *# создание данных для обучения*  training\_inputs = np.array([[0,0,1], [1,1,1], [1,0,1], [0,1,1]])  training\_outputs = np.array([[0,1,1,0]]).T  *# запуск тренировки нейронной сети*  train\_nn(training\_inputs, training\_outputs, 15000)  print("веса после завершения обучения: ")  print(synaptic\_weights)  *# получение трех чисел от пользователя*  user\_inp1 = str(input("Первое число(0 или 1): "))  user\_inp2 = str(input("Второе число(0 или 1): "))  user\_inp3 = str(input("Третье число(0 или 1): "))  print("Проверка на новых данных: {user\_inp1} {user\_inp2} {user\_inp3}")  print("Предсказание нейронной сети: ")  print(run\_nn(np.array([user\_inp1, user\_inp2, user\_inp3])))  веса после завершения обучения:  [[10.08740896]  [-0.20695366]  [-4.83757835]]  Первое число(0 или 1): 0  Второе число(0 или 1): 0  Третье число(0 или 1): 1  Проверка на новых данных: {user\_inp1} {user\_inp2} {user\_inp3}  Предсказание нейронной сети:  [0.00786389] |
| --- |

# Пример построения двухслойной нейронной сети на numpy

| *'''*  *Исходный код к уроку 1.*  *Построение двухслойной нейронный сети для классификации цветков ириса*  *'''*  import numpy as np  import pandas as pd  import seaborn as sns  import matplotlib.pyplot as plt  import warnings  warnings.simplefilter(action='ignore', category=FutureWarning)  *# sklearn здесь только, чтобы разделить выборку на тренировочную и тестовую*  from sklearn.model\_selection import train\_test\_split  *### Шаг 1. Определение функций, которые понадобяться для обучения*  *# преобразование массива в бинарный вид результатов*  **def** to\_one\_hot(Y):  n\_col = np.amax(Y) + 1  binarized = np.zeros((len(Y), n\_col))  **for** i **in** range(len(Y)):  binarized[i, Y[i]] = 1.  **return** binarized  *# преобразование массива в необходимый вид*  **def** from\_one\_hot(Y):  arr = np.zeros((len(Y), 1))  **for** i **in** range(len(Y)):  l = layer2[i]  **for** j **in** range(len(l)):  **if**(l[j] == 1):  arr[i] = j+1  **return** arr  *# сигмоида и ее производная*  **def** sigmoid(x):  **return** 1/(1+np.exp(-x))  **def** sigmoid\_deriv(x):  **return** sigmoid(x)\*(1 - sigmoid(x))  *# нормализация массива*  **def** normalize(X, axis=-1, order=2):  l2 = np.atleast\_1d(np.linalg.norm(X, order, axis))  l2[l2 == 0] = 1  **return** X / np.expand\_dims(l2, axis)  *### Шаг 2. Подготовка тренировочных данных*  *# получения данных из csv файла. укажите здесь путь к файлу Iris.csv*  iris\_data = pd.read\_csv("lesson\_source/Iris.csv")  *# print(iris\_data.head()) # расскоментируйте, чтобы посмотреть структуру данных*  *# репрезентация данных в виде графиков*  g = sns.pairplot(iris\_data.drop("Id", axis=1), hue="Species")  *# plt.show() # расскоментируйте, чтобы посмотреть*  *# замена текстовых значений на цифровые*  iris\_data['Species'].replace(['Iris-setosa', 'Iris-virginica', 'Iris-versicolor'], [0, 1, 2], inplace=True)  *# формирование входных данных*  columns = ['SepalLengthCm', 'SepalWidthCm', 'PetalLengthCm', 'PetalWidthCm']  x = pd.DataFrame(iris\_data, columns=columns)  x = normalize(x.as\_matrix())  *# формирование выходных данных(результатов)*  columns = ['Species']  y = pd.DataFrame(iris\_data, columns=columns)  y = y.as\_matrix()  y = y.flatten()  y = to\_one\_hot(y)  *# Разделение данных на тренировочные и тестовые*  X\_train, X\_test, y\_train, y\_test = train\_test\_split(x, y, test\_size=0.33)    *### Шаг 3. Обученние нейронной сети*  *# присваевание случайных весов*  w0 = 2\*np.random.random((4, 5)) - 1 *# для входного слоя - 4 входа, 3 выхода*  w1 = 2\*np.random.random((5, 3)) - 1 *# для внутреннего слоя - 5 входов, 3 выхода*  *# скорость обучения (learning rate)*  n = 0.1  *# массив для ошибок, чтобы потом построить график*  errors = []  *# процесс обучения*  **for** i **in** range(100000):  *# прямое распространение(feed forward)*  layer0 = X\_train  layer1 = sigmoid(np.dot(layer0, w0))  layer2 = sigmoid(np.dot(layer1, w1))  *# обратное распространение(back propagation) с использованием градиентного спуска*  layer2\_error = y\_train - layer2  layer2\_delta = layer2\_error \* sigmoid\_deriv(layer2)    layer1\_error = layer2\_delta.dot(w1.T)  layer1\_delta = layer1\_error \* sigmoid\_deriv(layer1)    w1 += layer1.T.dot(layer2\_delta) \* n  w0 += layer0.T.dot(layer1\_delta) \* n    error = np.mean(np.abs(layer2\_error))  errors.append(error)  accuracy = (1 - error) \* 100  *### Шаг 4. Демонстрация полученных результатов*  *# черчение диаграммы точности в зависимости от обучения*  plt.plot(errors)  plt.xlabel('Обучение')  plt.ylabel('Ошибка')  plt.show() *# расскоментируйте, чтобы посмотреть*    print("Точность нейронной сети " + str(round(accuracy,2)) + "%") |
| --- |



Точность нейронной сети: 97.28%

# Практическое задание

Попробуйте видоизменить параметры разобранной на уроке двухслойной нейронной сети таким образом, чтобы улучшить её точность. Проведите анализ — что приводит к ухудшению точности нейронной сети? Что приводит к увеличению её точности?

# Дополнительные материалы

1. <https://medium.com/topic/machine-learning>

# Используемые источники

1. Глубокое обучение — Николенко С. И., Кадурин 2018
2. Шакла Н. — Машинное обучение и TensorFlow 2019
3. Asifullah Khan, Anabia Sohail, Umme Zahoora, Aqsa Saeed Qureshi - A Survey of the Recent Architectures of Deep Convolutional Neural Networks 2019
4. A direct adaptive method for faster backpropagation learning: the RPROP algorithm - Neural Networks, 1993