

Семенов Илья Витальевич,
студент магистратуры 1 курса гр. ИСТМ-42,
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики», г. Самара

Лихтциндер Борис Яковлевич, д.т.н, профессор,
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики», г. Самара

ГЕНЕРАТОР КВАЗИПУАССОНОВСКОГО ПОТОКА.

Аннотация: Статья посвящена сравнительному анализу пуассоновского и квазипуассоновского распределений, применяемых для моделирования потоков заявок в системах массового обслуживания. Рассматриваются теоретические особенности обеих моделей. Представлен алгоритм генерации событий с переменной интенсивностью на основе экспоненциального распределения. Описана реализация программного генератора с графическим интерфейсом на языке Python, позволяющего моделировать потоки событий и визуализировать их различия.

Ключевые слова: пуассоновское распределение, квазипуассоновское распределение, моделирование потока, псевдослучайные числа, системы массового обслуживания, генератор событий.

В статье рассматриваются распределения, применяемые для моделирования потоков заявок в системах массового обслуживания – пуассоновское и квазипуассоновское.

Актуальность исследования состоит в том, что классическое пуассоновское распределение не всегда адекватно отражает поведение таких систем, особенно при наличии сверхдисперсии. Квазипуассоновская модель с изменяющейся интенсивностью более точно описывает реальные процессы, что делает её востребованной в телекоммуникациях, логистике, ИТ-сфере и других областях.

Цель исследования состоит в разработке и реализации генератора квазипуассоновского потока с возможностью визуализации, обеспечивающего моделирование потоков заявок с переменной интенсивностью.

Задачи исследования:

- Проанализировать теоретические основы пуассоновского и квазипуассоновского распределений, их особенности и области применения.
- Разработать алгоритм генерации квазипуассоновского потока на основе экспоненциального распределения с изменяемой интенсивностью.
- Реализовать программный генератор с графическим интерфейсом, обеспечивающий настройку параметров потока и визуализацию результатов.

Для начала рассмотрим, что такое пуассоновское и квазипуассоновское распределения.

Распределение Пуассона – распределение дискретного типа случайной величины, представляющей собой число событий, произошедших за фиксированное время, при условии, что данные события происходят с некоторой фиксированной средней интенсивностью и независимо друг от друга. Распределение Пуассона играет ключевую роль в теории массового обслуживания [1].

Квазипуассоновское распределение, в отличие от пуассоновского допускает, что дисперсия может превышать среднее значение, то есть существует сверхдисперсия, это позволяет учитывать реальное поведение дисперсии, повышая точность анализа.



Перед тем как приступить к разработке генератора квазипуассоновского распределения, рассмотрим, что такое генератор псевдослучайных чисел.

Генератор псевдослучайных чисел – алгоритм, порождающий последовательность чисел, элементы которой почти независимы друг от друга и подчиняются заданному распределению (обычно дискретному равномерному).

Современная информатика широко использует псевдослучайные числа в самых разных приложениях – от метода Монте-Карло и имитационного моделирования до криптографии [2].

Генераторы псевдослучайных чисел находят широкое применение в различных областях, где необходимо моделирование случайных процессов и событий.

Например, в системах массового обслуживания, логистике и сетевых технологиях генераторы используются для моделирования случайных событий, таких как поступление заявок и время обслуживания клиентов.

В рамках данного исследования реализован алгоритм генерации квазипуассоновского потока, который начинается с инициализации исходной интенсивности и временного интервала моделирования. В цикле последовательно генерируются интервалы между событиями согласно экспоненциальному распределению с параметром, равным текущей интенсивности. После каждого события текущая интенсивность λ умножается на случайное число из заданного пользователем диапазона что отражает случайные изменения интенсивности потока. События добавляются в список до тех пор, пока суммарное время не превысит заданный предел или не будет достигнуто заданное число событий. Полученный список времён событий сохраняется в файл и выводится пользователю. Такой подход позволяет моделировать поток с переменной интенсивностью, приближая его поведение к реальным условиям в системах массового обслуживания.

Графический интерфейс разработанного генератора квазипуассоновского потока представлен на рис. 1.

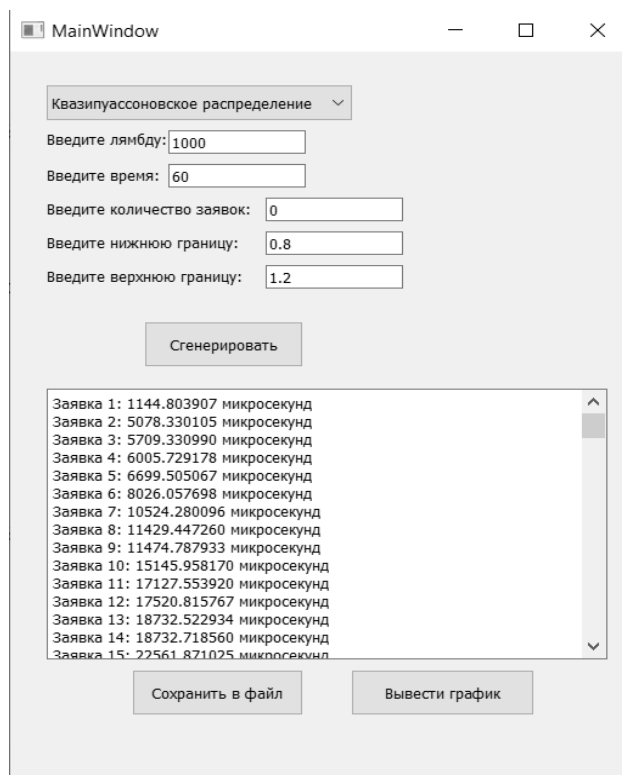


Рис. 1 – Интерфейс программы



Для наглядного сравнения пуассоновского и квазипуассоновского потоков строятся два графика с помощью matplotlib. На каждом отображаются моменты наступления событий по оси времени: первый – для пуассоновского потока второй – для квазипуассоновского.

Вывод графика для наглядной демонстрации отличий между генерацией квазипуассоновского и пуассоновского потоков представлен на рис. 2.

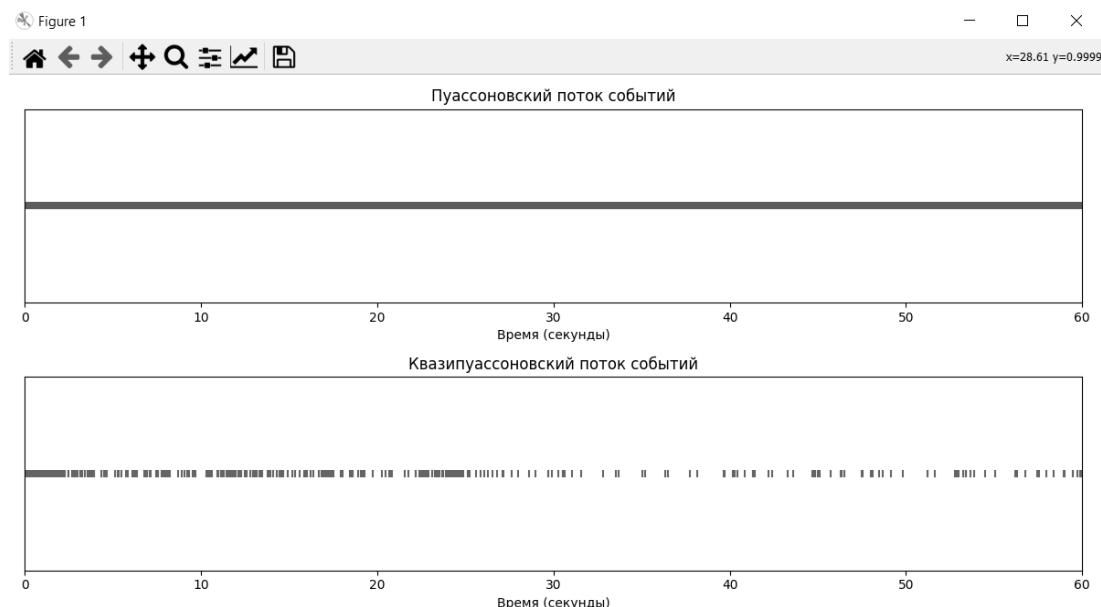


Рис. 2 – График отличий пуассоновского и квазипуассоновского потоков

Разработанный генератор квазипуассоновского потока позволяет моделировать нестационарные потоки заявок с переменной интенсивностью, что делает его более гибким и реалистичным по сравнению с классическим пуассоновским генератором. Благодаря использованию случайного масштабирования параметра лямбда после каждого события, достигается эффект изменяющейся нагрузки, характерный для реальных систем массового обслуживания, таких как телекоммуникационные сети, транспорт или сервисные службы. Реализация в графическом интерфейсе на языке Python с использованием библиотеки PyQt5 обеспечивает удобство взаимодействия пользователя с программой и визуализацию полученных данных. Полученные результаты могут быть использованы как в учебных целях, так и в рамках прикладного анализа и проектирования систем с переменной интенсивностью потока.

Список литературы:

1. Распределение Пуассона [Электронный ресурс] / 2025. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Распределение_Пуассона, свободный. – Загл. с экрана.
2. Генератор псевдослучайных чисел [Электронный ресурс] / 2025. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Генератор_псевдослучайных_чисел, свободный. – Загл. с экрана.

