



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №4

по курсу «Моделирование»

на тему: «Моделирование работы системы массового обслуживания»

Вариант № 7

Студент ИУ7-72Б
(Группа)

(Подпись, дата)

Е. О. Карпова
(И. О. Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

И. В. Рудаков
(И. О. Фамилия)

2023 г.

1 Теоретический раздел

1.1 Алгоритмы протяжки времени

1.1.1 Пошаговый

Пошаговый принцип или принцип Δt заключается в последовательном анализе состояний всех блоков в момент времени $t + \Delta t$ по заданному состоянию блоков в момент времени t . При этом новое состояние блоков определяется в соответствии с их алгоритмическим описанием с учетом действующих случайных факторов. В результате этого анализа принимается решение о том, какие общесистемные события должны имитироваться программой на данный момент времени.

Основной недостаток принципа Δt заключается в значительных затратах вычислительных ресурсов, а при недостаточно малом Δt появляется опасность пропуска отдельных событий в системе, исключая возможность получения правильных результатов при моделировании.

1.1.2 Событийный

Состояния отдельных устройств изменяется в дискретные моменты времени, совпадающие с моментами поступления сообщений в систему, окончания реализации задания, поэтому моделирование и продвижение текущего времени в системе удобно проводить, используя событийных принцип.

При использовании данного принципа состояние всех блоков имитационной модели анализируется лишь в момент появления какого-либо события. Момент наступления следующего события определяется минимальными значениями из списка будущих событий, представляющего собой совокупность моментов ближайшего изменения состояний каждого из блоков системы.

1.2 Используемые распределения

В качестве распределения генератора используется равномерное распределение. В качестве распределения обслуживающего аппарата используется распределение Эрланга.

1.2.1 Равномерное распределение

Говорят, что случайная величина X имеет равномерное распределение на отрезке $[a, b]$, если её функция плотности имеет вид:

$$f_X(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, x \in [a, b] \\ 0, x \notin [a, b] \end{cases}$$

Значения случайной величины с двух сторон ограничены и в границах интервала имеют одинаковую вероятность. В данном интервале плотность вероятности постоянна.

Функция распределения:

$$F_X(x) = \begin{cases} 0, x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, a \leq x < b \\ 1, x \geq b \end{cases}$$

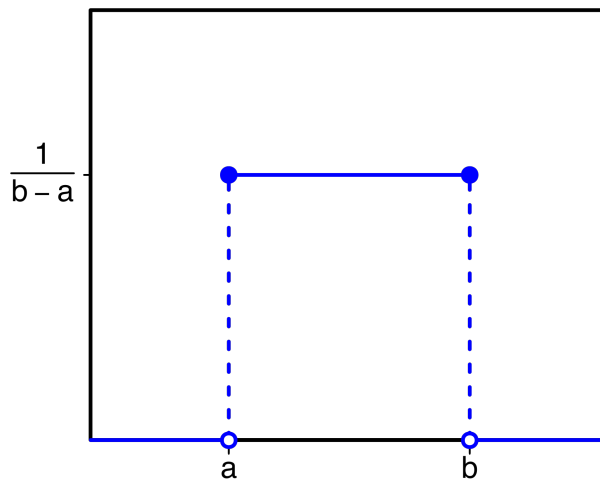


Рисунок 1.1 – Функция плотности равномерного распределения

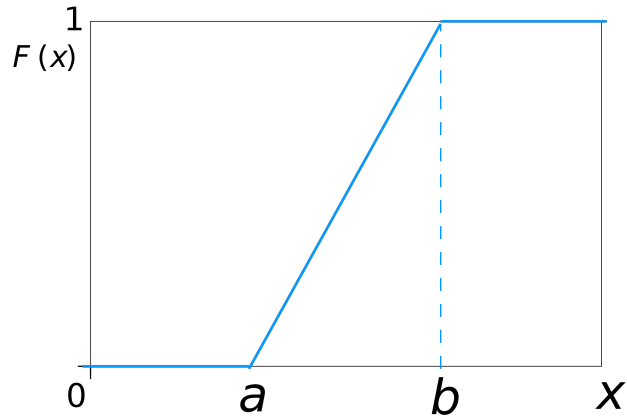


Рисунок 1.2 – Функция распределения равномерного распределения

1.2.2 Распределение Эрланга

Распределение Эрланга является непрерывным распределением, ограниченным снизу. Оно представляет собой особый случай Гамма распределения, где параметр k может принимать только положительные целые значения.

Функция распределения:

$$F_X(x) = 1 - \sum_{i=0}^{k-1} \frac{1}{i!} e^{-\lambda x} (\lambda x)^i$$

Плотность распределения:

$$f_X(x) = \frac{\lambda^k x^{k-1} e^{-\lambda x}}{(k-1)!}$$

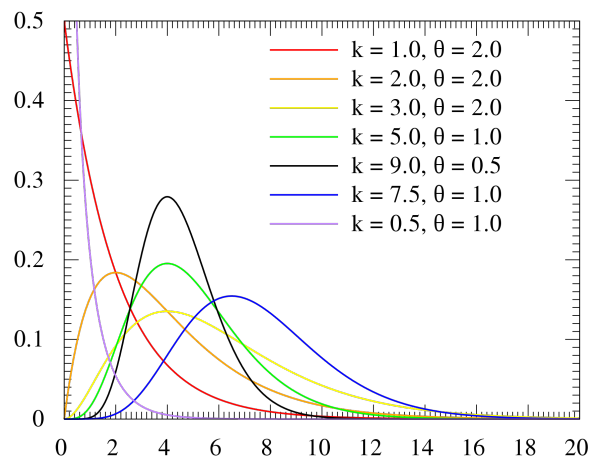


Рисунок 1.3 – Функция плотности распределения Эрланга

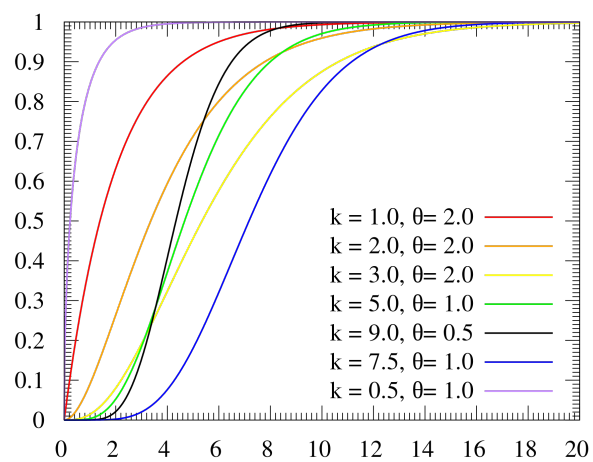
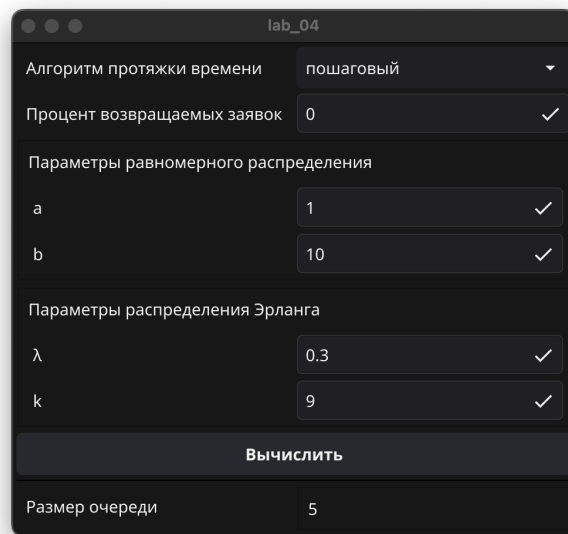


Рисунок 1.4 – Функция распределения распределения Эрланга

2 Практический раздел

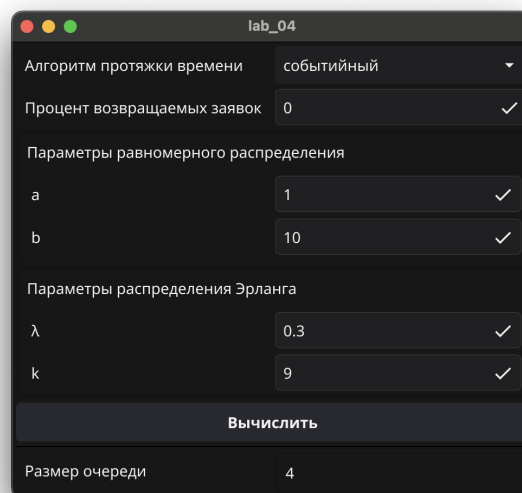
На рисунках 2.1–2.6 представлена работа разработанной программы.



The screenshot shows a window titled 'lab_04' with a dark theme. It contains several input fields and a button. The 'Алгоритм протяжки времени' (Time stretching algorithm) is set to 'пошаговый' (step-by-step). The 'Процент возвращаемых заявок' (Percentage of returned requests) is 0. Under 'Параметры равномерного распределения' (Uniform distribution parameters), 'a' is 1 and 'b' is 10. Under 'Параметры распределения Эрланга' (Erlang distribution parameters), ' λ ' is 0.3 and 'k' is 9. A 'Вычислить' (Calculate) button is present. At the bottom, 'Размер очереди' (Queue size) is 5.

Parameter	Value
Алгоритм протяжки времени	пошаговый
Процент возвращаемых заявок	0
Параметры равномерного распределения	
a	1
b	10
Параметры распределения Эрланга	
λ	0.3
k	9
Вычислить	
Размер очереди	5

Рисунок 2.1 – Окно работы программы для процента возврата 0%



The screenshot shows the same 'lab_04' window, but with the 'Алгоритм протяжки времени' (Time stretching algorithm) set to 'событийный' (event-driven). The 'Размер очереди' (Queue size) at the bottom is now 4. All other parameters remain the same as in Figure 2.1.

Parameter	Value
Алгоритм протяжки времени	событийный
Процент возвращаемых заявок	0
Параметры равномерного распределения	
a	1
b	10
Параметры распределения Эрланга	
λ	0.3
k	9
Вычислить	
Размер очереди	4

Рисунок 2.2 – Окно работы программы для процента возврата 0%

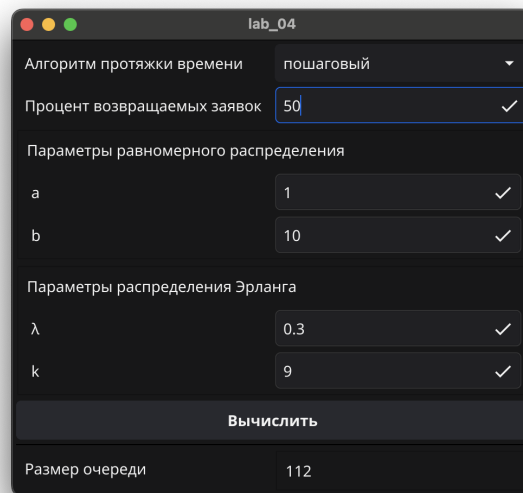


Рисунок 2.3 – Окно работы программы для процента возврата 50%

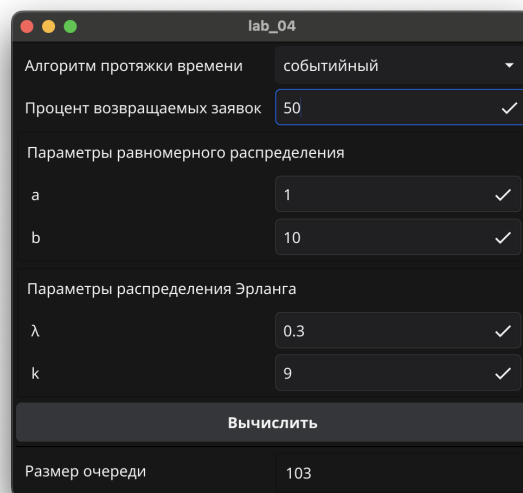


Рисунок 2.4 – Окно работы программы для процента возврата 50%

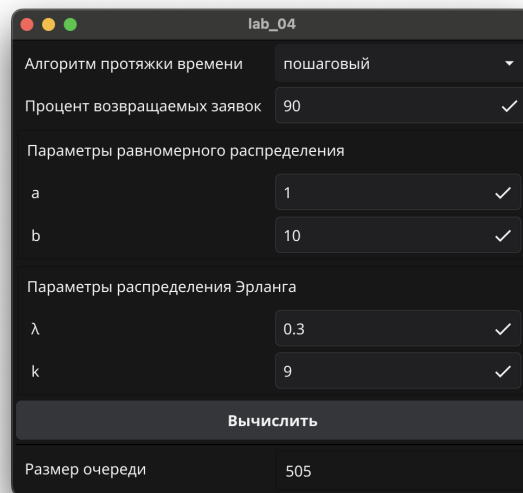


Рисунок 2.5 – Окно работы программы для процента возврата 90%

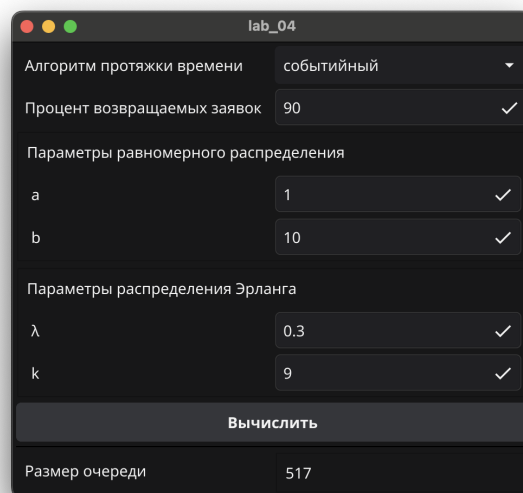


Рисунок 2.6 – Окно работы программы для процента возврата 90%