Задание 1

1. Выполнить моделирование системы рис.1 для случая экспоненциального распределения λ=0,1 (1/ч)

* вычислить среднее время безотказной работы системы и сравнить со значением MEAN в отчете *GPSS Report*;
* построить и сравнить графики вероятности безотказной работы, полученные с использованием аналитической формулы и данных последней колонки таблицы в отчете GPSSW.

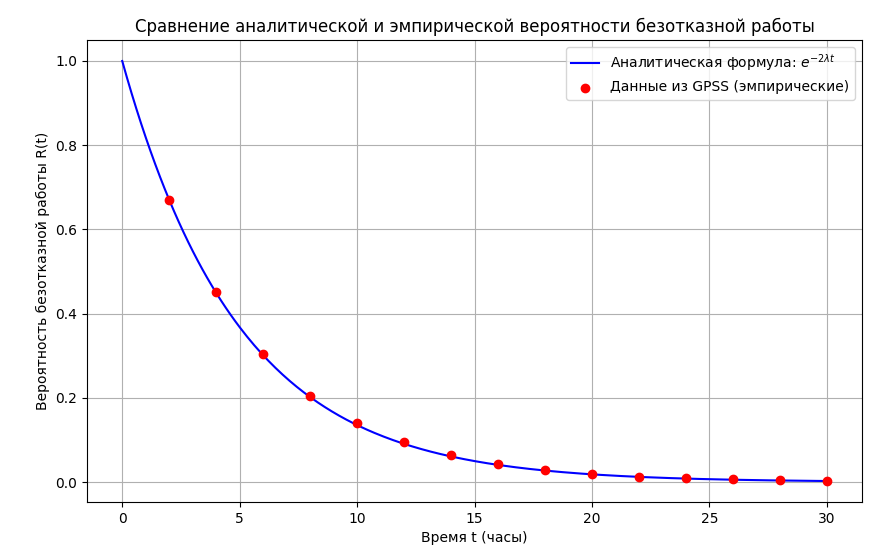


Среднее время безотказной работы будет равно =

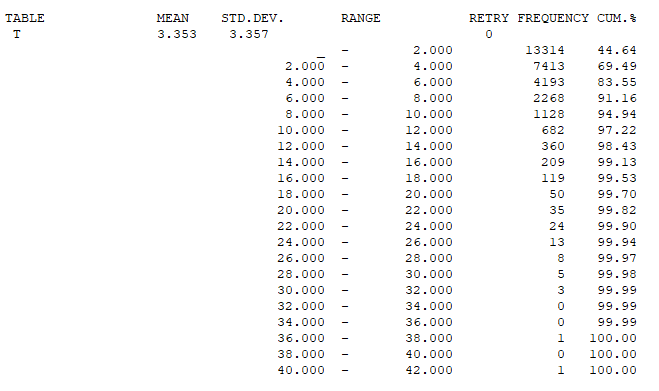
Значение MEAN:   
Данные сходятся.



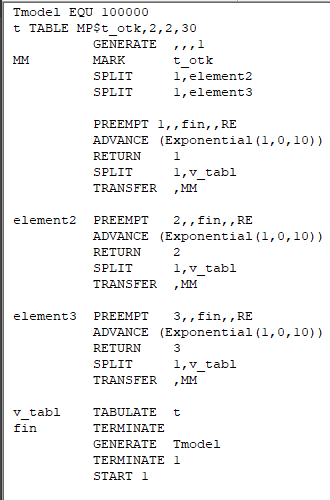
График из данных последней колонки



2. Выполнить моделирование системы с числом последовательно соединенных элементов >2, закон распределения выбрать самостоятельно.   
Моделирование системы с 3 элементами



Код:



3. Исследовать влияние коэффициента вариации на среднее время безотказной работы системы. Для этого выполнить моделирование системы рис.1 для различных распределений времени безотказной работы с одинаковым математическим ожиданием (например, для случая T=10(ч)). Изменения коснутся блоков ADVANCE(), в которых необходимо будет использовать соответствующие функции. На основании результатов моделирования сделать вывод о наличии (отсутствии) влияния коэффициента вариации на среднее время безотказной работы системы.

Проведем анализ влияния вариации на среднее время безотказной работы системы, для этого выполним тесты с использованием экспонтециального, вейбулловского, гамма и нормального распределения

Для экспотенциального распределения будем использовать:



Для распределения вейбулла будем использовать:



Для гамма распределения:



Для нормального распределения:



Результат тестов можем наблюдать на таблице 1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Распределение | экспотенциальное | вейбулла | гамма | нормальное |
| Результат |  |  |  |  |

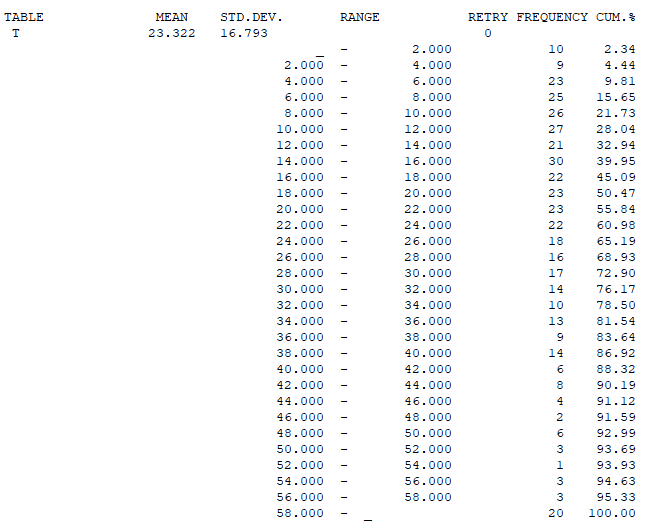
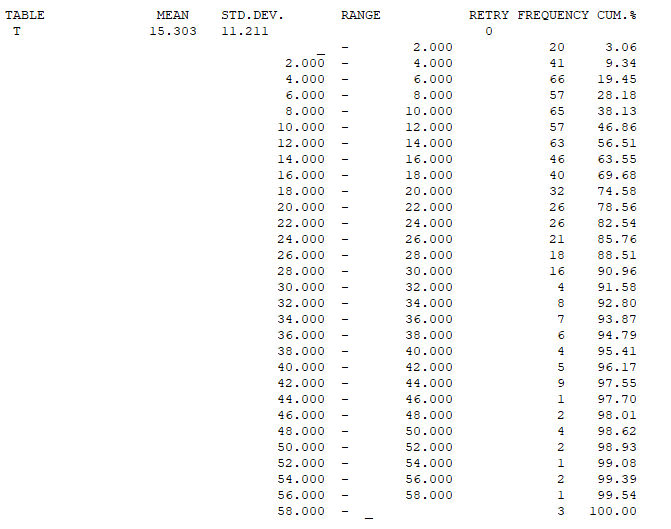
Таблица 1. – Результат прогона тестов

Посчитаем коэффициент вариации Kv как отношение среднеквадратичного отклонения (STD.DEV) к математическому ожиданию(MEAN)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Распределение | экспотенциальное | вейбулла | гамма | нормальное |
| Kv | 1,004 | 0,2282 | 0,6628 | 0,1460 |

Таким образом, коэффициент вариации оказывает заметное влияние на среднее время безотказной работы системы: при снижении Kv разброс времени отказов уменьшается, и среднее время безотказной работы, как правило, возрастает. Это особенно важно для систем, где надёжность критична — желательно выбирать такие распределения отказов, которые имеют меньший Kv (например, нормальное или вейбулловское при высоком параметре формы).  
  
Задание 2

1. Выполнить моделирование для m=2, λ = 0,1(1/ч). Сравнить среднее время безотказной работы, полученное при моделировании, со значением

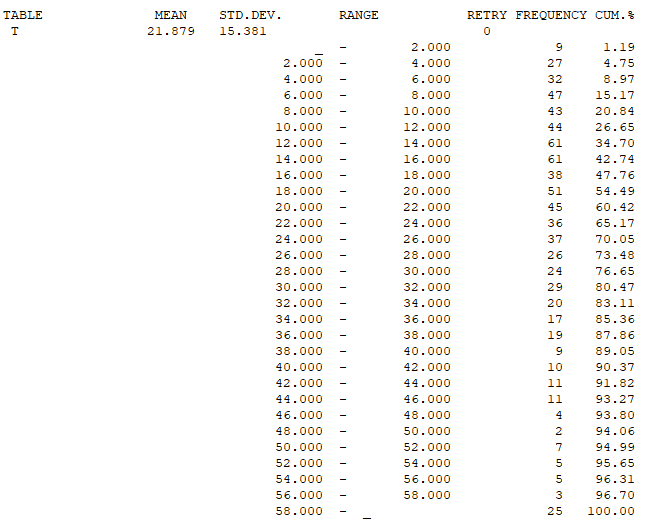


Потом сравнить

2. Построить модель и выполнить моделирование для числа параллельных элементов m>2, закон распределения – экспоненциальный. Сравнить среднее время безотказной работы, полученное при моделировании, со значением

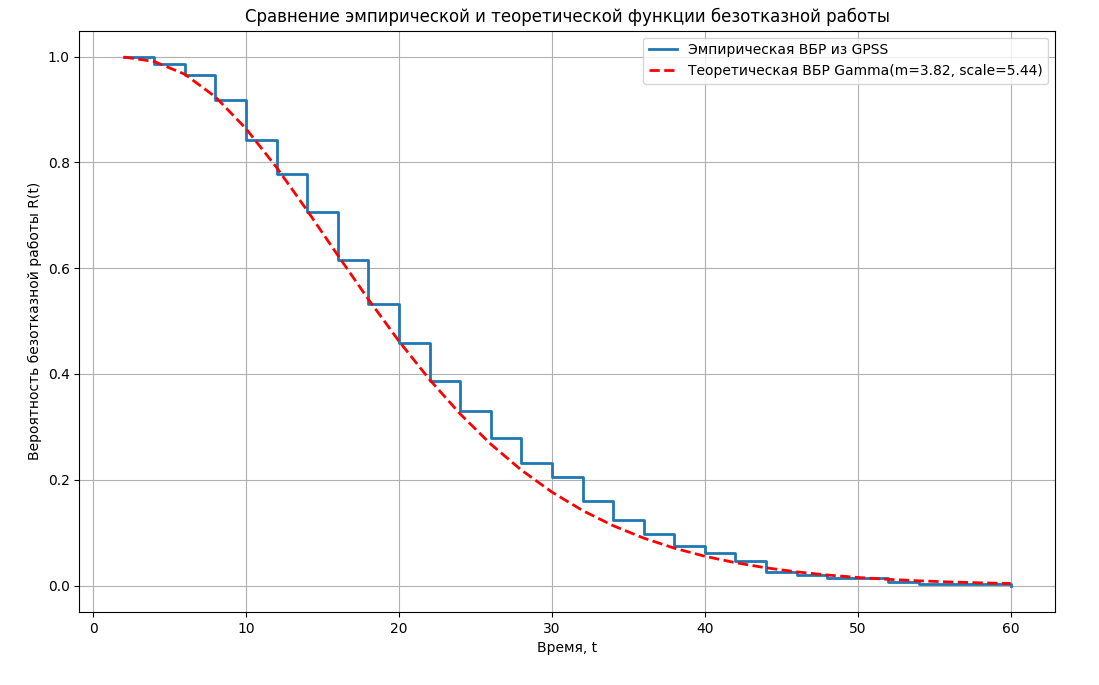
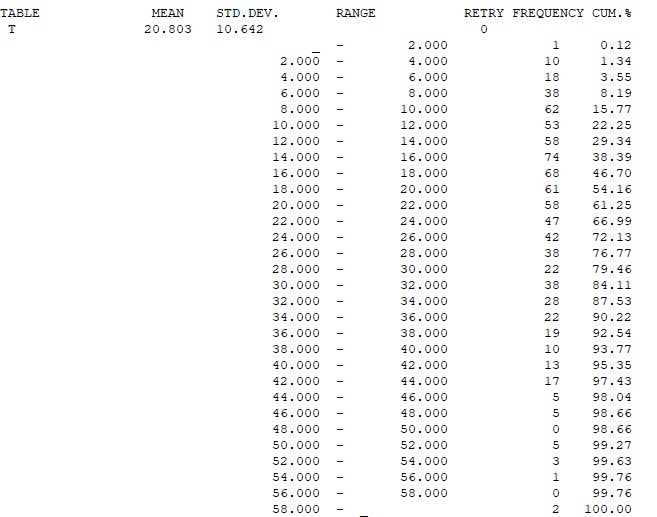
Посчитаем

Симуляция:



3. Выполнить моделирование для случая, когда распределение не является экспоненциальным (например, можно использовать распределение из Задания 1, m выбрать самостоятельно), получить среднее значение (MEAN), построить и сравнить графики вероятности безотказной работы, полученные с использованием аналитических формул и данных последней колонки таблицы в отчете.

Гамма-распределение



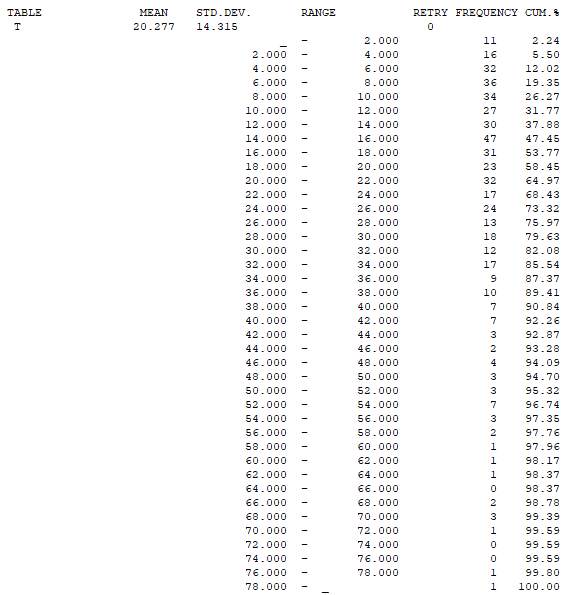
Задание 3.

1. Выполнить моделирование для случая ненагруженного дублирования, если время безотказной работы элементов подчиняется: а) экспоненциальному распределению с параметром λ = 0,1(1/ч);

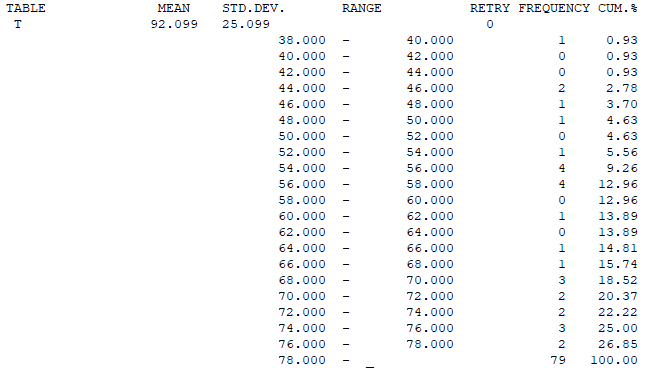
б) гамма-распределению с параметрами α=5, β=2 (m=10, σ=4,47, *Kv*=0,45).

Для каждого случая получить среднее значение (MEAN), построить и сравнить графики вероятности безотказной работы, полученные с использованием аналитических формул и данных последней колонки таблицы в отчете.

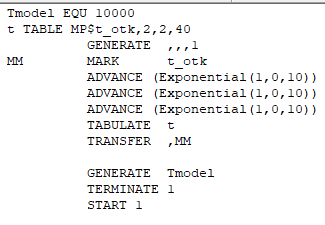
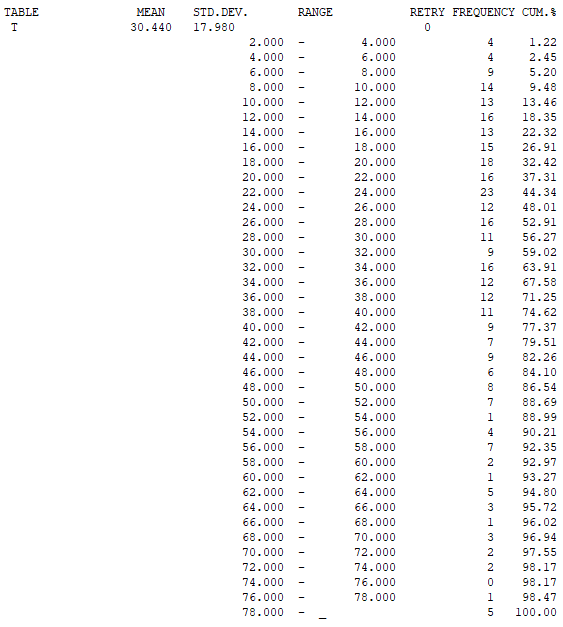
A)



Б)



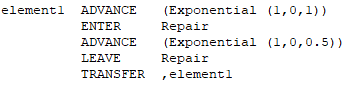
2. Выполнить моделирование системы для кратности резервирования >1, закон распределения и параметры выбрать самостоятельно.



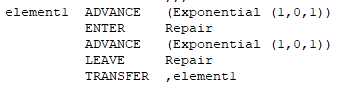
Задание 4.

Восстанавливаемая система без резерва. Экспоненциальные законы распределения времени безотказной работы и времени восстановления. Самостоятельно задать λ (1/ч). Провести моделирование для случаев: а) μ=0,5 λ (1/ч)); б) μ=λ (1/ч)); в) μ=2 λ (1/ч)). Определить коэффициенты готовности.

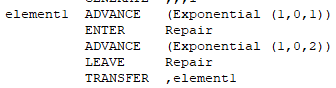
А) Случай (а) μ = 0.5



б) Случай (б) μ = 1



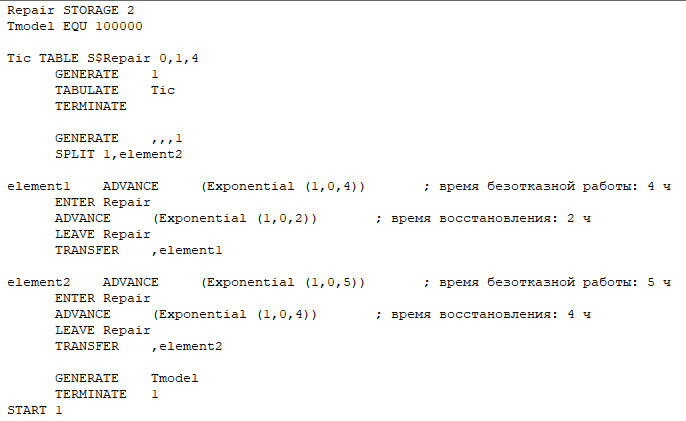
в) Случай (в) μ = 2



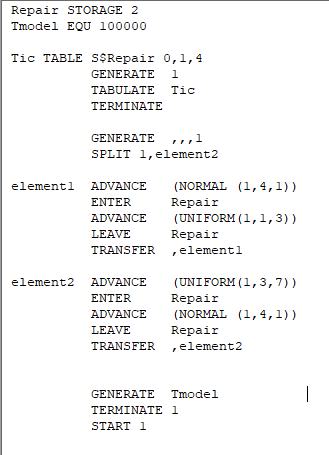
Задание 5.

1. Выполнить моделирование для случая, когда элементы системы разные. Элемент 1: среднее время безотказной работы 4(ч), среднее время восстановления 2(ч) (λ1=0,25 (1/ч), μ1=0,5 (1/ч)).

Элемент 2: среднее время безотказной работы 5(ч), среднее время восстановления 4(ч) (λ2=0,2 (1/ч), μ2=0,25 (1/ч)).



2. Выполнить моделирование для других распределений времени безотказной работы и времени восстановления.



## **Для element1:**

### **1. Время безотказной работы:**

ADVANCE (NORMAL(1,4,1))

* **Нормальное распределение** (Normal Distribution)
* Параметры:
* Генератор случайных чисел: 1
* Среднее (μ): 4
* Стандартное отклонение (σ): 1
* Обозначение: **N(4, 1)**

### **2. Время восстановления:**

ADVANCE (UNIFORM(1,1,3))

* **Равномерное распределение** (Uniform Distribution)
* Параметры:
* Генератор случайных чисел: 1
* Нижняя граница: 1
* Верхняя граница: 3
* Обозначение: **U(1, 3)**

## **Для element2:**

### **1. Время безотказной работы:**

ADVANCE (UNIFORM(1,3,7))

* **Равномерное распределение** (Uniform Distribution)
* Параметры:
* Генератор случайных чисел: 1
* Нижняя граница: 3
* Верхняя граница: 7
* Обозначение: **U(3, 7)**

### **2. Время восстановления:**

ADVANCE (NORMAL(1,4,1))

* **Нормальное распределение**
* Параметры: такие же, как у element1:
* Генератор: 1
* Среднее: 4
* Стандартное отклонение: 1
* Обозначение: **N(4, 1)**

3. Разработать модель для кратности резервирования =2, распределения и параметры выбрать самостоятельно.

