

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»

кафедра информационных систем

ОТЧЕТ

по практической работе №2

по дисциплине “ИКСиС”

Тема: “ПОТОКИ ЗАЯВОК И ОСВОБОЖДЕНИЙ”

и

“ВРЕМЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ”

Выполнил: Лобачев Иван Максимович

Группа: № 3374

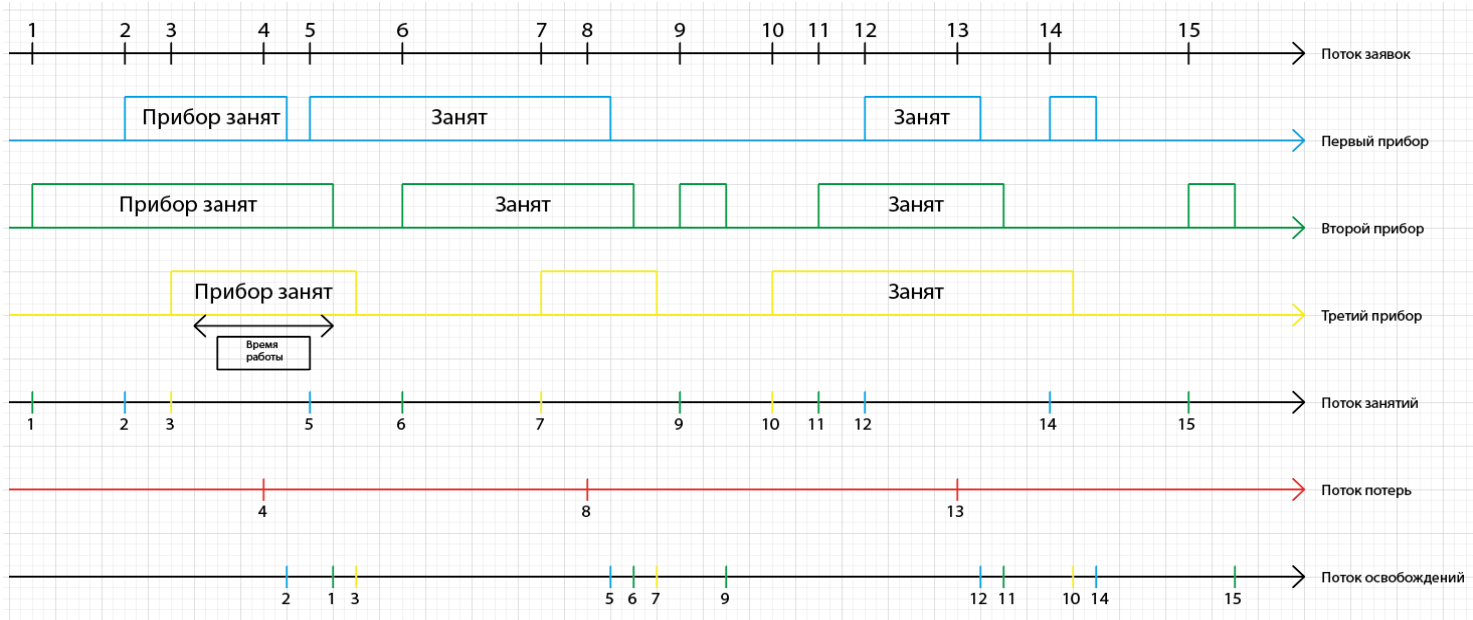
Вариант: № 93

Санкт-Петербург

2025

Часть 1

1. Построить временную диаграмму (1-ая временная диаграмма) обслуживания 15 заявок СМО G/G/3 по примеру слайда 16 из презентации 02_2. Временная диаграмма не должна повторять временные диаграммы других студентов группы. На временной диаграмме отметить моменты событий, связанные с потерями заявок, занятиями и освобождениями обслуживающих приборов.



2. По построенной временной диаграмме рассчитать средние времена: - интервалов времени между поступившими заявками, - занятости каждого из 3-х приборов и произвольного прибора, - между моментами занятий, потерь и освобождений. Для измерения времен протекания процессов считать, что 1-й минуте системного времени соответствует ширина клеточки в 1 см.



- каждая маленькая клетка в 1 см.

Анализ средних временных показателей системы

а. Среднее время между заявками

$$t = (2 + 1 + 2 + 1 + 2 + 3 + 1 + 2 + 2 + 1 + 1 + 2 + 2 + 3) / 14 = 1,79 \text{ минуты}$$

б. Среднее время занятости приборов

Первый прибор (4 интервала):

$$t_1 = (3,5 + 6,5 + 2,5 + 1) / 4 = 3,38 \text{ минуты}$$

Второй прибор (5 интервалов):

$$t_2 = (6,5 + 5 + 1 + 4 + 1) / 5 = 3,5 \text{ минуты}$$

Третий прибор (3 интервала):

$$t_3 = (4 + 2,5 + 6,5) / 3 = 4,3 \text{ минуты}$$

Среднее время интервала занятости для произвольного прибора

$$t = (13,5 + 17,5 + 13) / (4 + 5 + 3) = 44 / 12 = 3,67 \text{ минуты}$$

Среднее общее время работы приборов

$$t = (13,5 + 17,5 + 13) / 3 = 44 / 3 = 14,67 \text{ минуты}$$

с. Среднее время между моментами занятий

$$t = (2 + 1 + 3 + 2 + 3 + 3 + 2 + 1 + 1 + 4 + 3) / 11 = 25 / 11 = 2,27 \text{ минуты}$$

d. Среднее время между моментами потерь

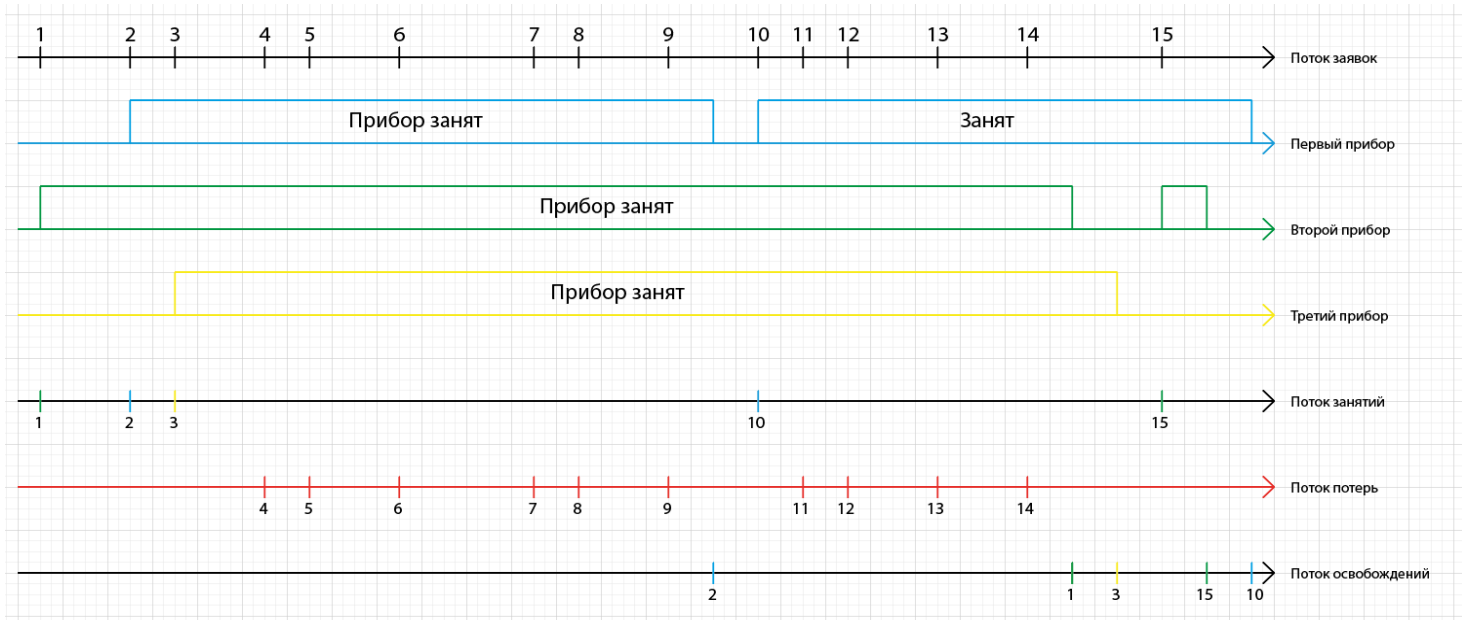
Рассчитано на основе 2 интервалов.

$$t = (7 + 8) / 2 = 15 / 2 = 7,5 \text{ минут}$$

e. Среднее время между моментами освобождений

$$t = (1 + 0,5 + 5,5 + 0,5 + 0,5 + 1,5 + 5,5 + 0,5 + 1,5 + 0,5 + 3) / 11 = 20,5 / 11 = 1,86 \text{ минуты}$$

3. Построить временную диаграмму (2-ая временная диаграмма), изменив уже построенную ранее (1-ую временную диаграмму) таким образом, чтобы было потеряно ровно 10 заявок из 15 поступивших.



Анализ средних временных показателей системы

a. Среднее время между заявками

$$t = 25 / 14 = 1,79 \text{ минуты}$$

b. Среднее время занятости приборов

Первый прибор (2 интервала):

$$t_1 = (13 + 11) / 2 = 12 \text{ минут}$$

Второй прибор (2 интервала):

$$t_2 = (23 + 1) / 2 = 12 \text{ минут}$$

Третий прибор (1 интервал):

$$t_3 = (21) / 1 = 21 \text{ минута}$$

Среднее время интервала занятости для произвольного прибора

$$t = (24 + 24 + 21) / (2 + 2 + 1) = 69 / 5 = 13,8 \text{ минуты}$$

Среднее общее время работы приборов

$$t = (24 + 24 + 21) / 3 = 69 / 3 = 23 \text{ минуты}$$

с. Среднее время между моментами занятий

$$t = (2 + 1 + 13 + 9) / 4 = 25 / 4 = 6,25 \text{ минуты}$$

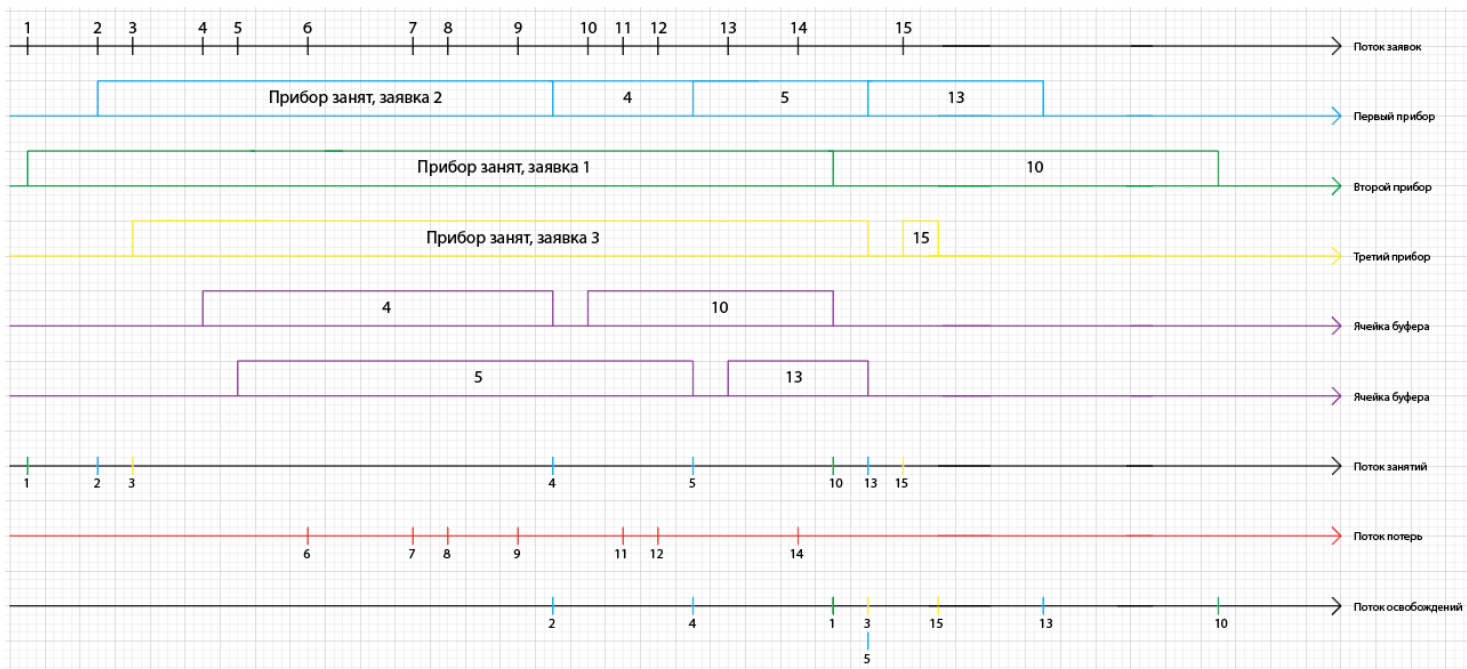
d. Среднее время между моментами потерь

$$t = (1 + 2 + 3 + 1 + 2 + 3 + 1 + 2 + 2) / 9 = 17 / 9 = 1,8 \text{ минуты}$$

e. Среднее время между моментами освобождений

$$t = (8 + 1 + 2 + 1) / 4 = 12 / 4 = 3 \text{ минуты}$$

4. Изменить СМО G/G/3 на G/G/3/2. Построить временную диаграмму (3 я временная диаграмма) по примеру слайда 17 из презентации 02_2, сохранив времена занятия приборов из 2-ой временной диаграммы (пункт 3 настоящего задания).



Анализ средних временных показателей системы

a. Среднее время между заявками

$$t = 25 / 14 = 1,79 \text{ минуты}$$

b. Среднее время занятости приборов

Первый прибор (4 интервала):

$$t_1 = (13 + 4 + 5 + 5) / 4 = 6,75 \text{ минуты}$$

Второй прибор (2 интервала):

$$t_2 = (23 + 11) / 2 = 17 \text{ минут}$$

Третий прибор (2 интервала):

$$t_3 = (21 + 1) / 2 = 11 \text{ минут}$$

Среднее время интервала занятости для произвольного прибора

$$t = (27 + 34 + 22) / (4 + 2 + 2) = 83 / 8 = 10,38 \text{ минуты}$$

Среднее общее время работы приборов

$$t = (27 + 34 + 22) / 3 = 83 / 3 = 27,7 \text{ минуты}$$

c. Среднее время между моментами занятий

$$t = (2 + 1 + 12 + 4 + 4 + 1 + 1) / 7 = 25 / 7 = 3,57 \text{ минуты}$$

d. Среднее время между моментами потерь

$$t = (3 + 1 + 2 + 3 + 1 + 4) / 6 = 14 / 6 = 2,3 \text{ минуты}$$

e. Среднее время между моментами освобождений

$$t = (4 + 4 + 1 + 0 + 2 + 3 + 5) / 7 = 19 / 7 = 2,71 \text{ минуты}$$

f. Среднее время пребывания заявки в очереди

$$t = (10 + 7 + 13 + 4) / 4 = 34 / 4 = 8,5 \text{ минуты}$$

Часть 2

1. Построить графики функции и плотности трех экспоненциальных распределений. Параметры распределений каждому студенту вычислить по формулам:

$$\mu_1^2 = M_{\text{студента}},$$

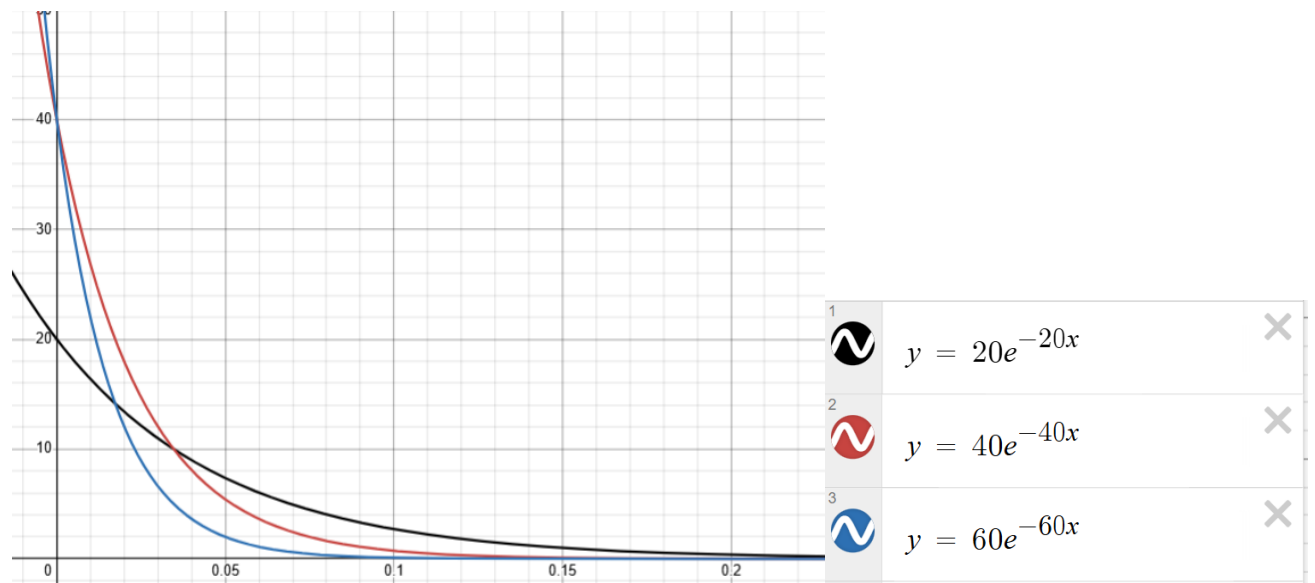
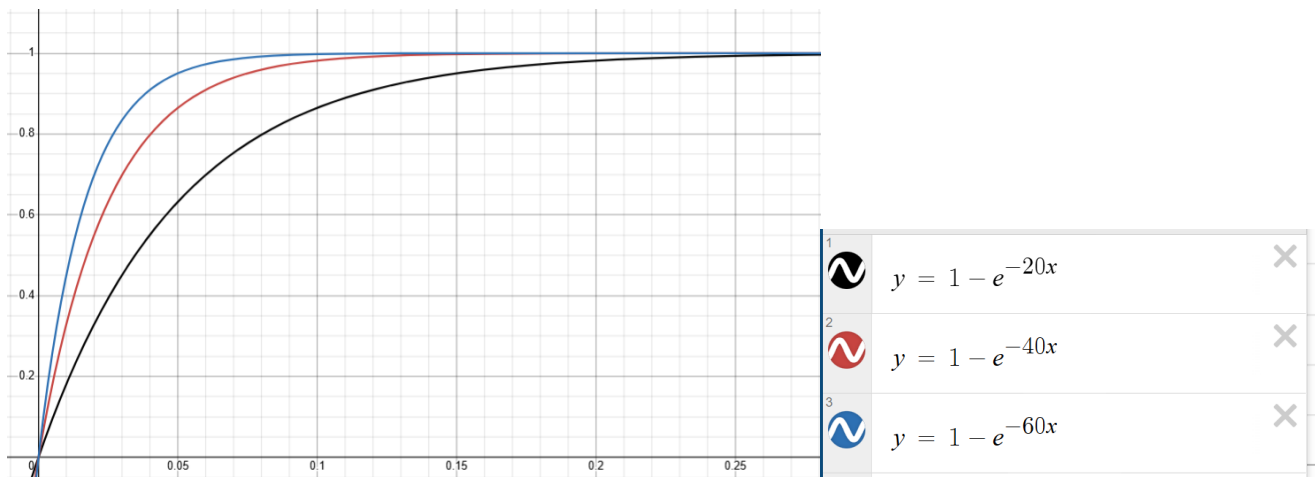
$$\mu_2^2 = 2 \cdot M_{\text{студента}},$$

$$\mu_3^2 = 3 \cdot M_{\text{студента}},$$

где верхний индекс задает номер пункта задания, а нижний – номер распределения, M_{студента} – индивидуальный номер студента по списку в журнале – см. желтый столбец в списке группы. Сделать вывод о том, при каких значениях интенсивности μ больше вероятность малых значений случайной величины.

Формула для графика распределения: $B(t) = 1 - e^{(-\mu t)}$

Формула для графика плотности: $b(t) = \mu e^{(-\mu t)}$



Вероятность наблюдать небольшие значения становится выше при увеличении μ

2. Построить графики плотности двух гиперэкспоненциальных распределений, полученных как аддитивная смесь из $n = 3$ экспоненциальных распределений. Принять следующие значения параметров. Интенсивности экспоненциальных распределений для обоих гиперэкспоненциальных распределений:

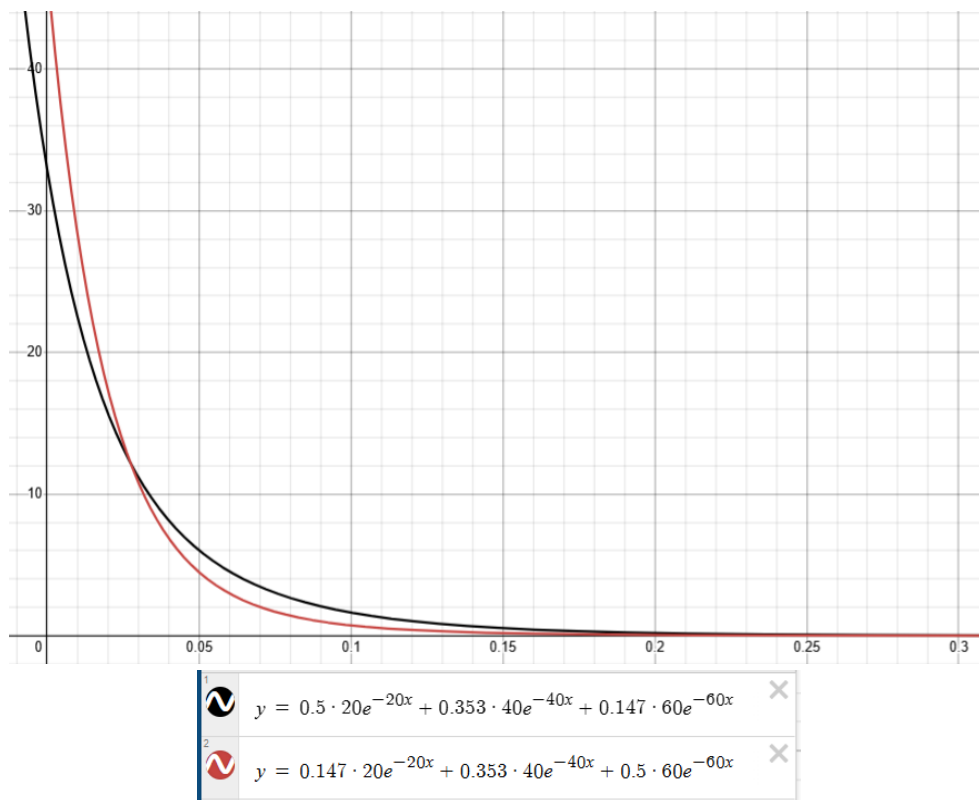
$\mu_1^3 = \mu_1^2$,
 $\mu_2^3 = \mu_2^2$ и
 $\mu_3^3 = \mu_3^2$, где μ_1^2, μ_2^2 и μ_3^2 интенсивности, вычисленные в п. 2 настоящего задания.

Весовые коэффициенты экспоненциальных распределений для первого и второго гиперэкспоненциальных распределений, соответственно:

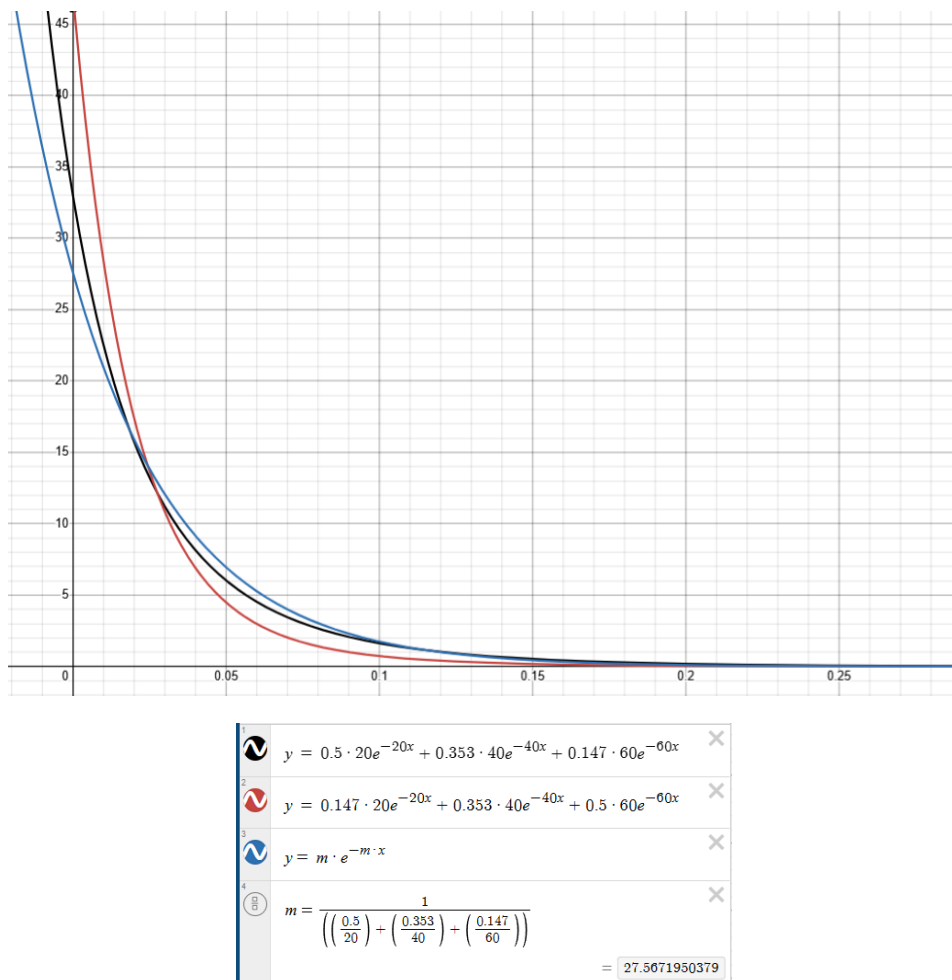
$$\alpha_1^3 = 0,5, \alpha_2^3 = 0,353, \alpha_3^3 = 0,147, \alpha_1^3 + \alpha_2^3 + \alpha_3^3 = 1,$$

$$\beta_1^3 = 0,147, \beta_2^3 = 0,353, \beta_3^3 = 0,5, \beta_1^3 + \beta_2^3 + \beta_3^3 = 1.$$

$$b(t) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \mu_i e^{-\mu_i t}$$



3. В этих же осях, что и графики п. 3, построить график плотности экспоненциального распределения со значением интенсивности, вычисленной по формуле: $\mu_1^4 = 1/M[X]$, где $M[X] = \frac{\alpha_1^3}{\mu_1^3} + \frac{\alpha_2^3}{\mu_2^3} + \frac{\alpha_3^3}{\mu_3^3}$ распределения. математическое ожидание экспоненциального распределения.



Для распределений с тяжёлыми хвостами вероятность экстремально больших значений снижается.

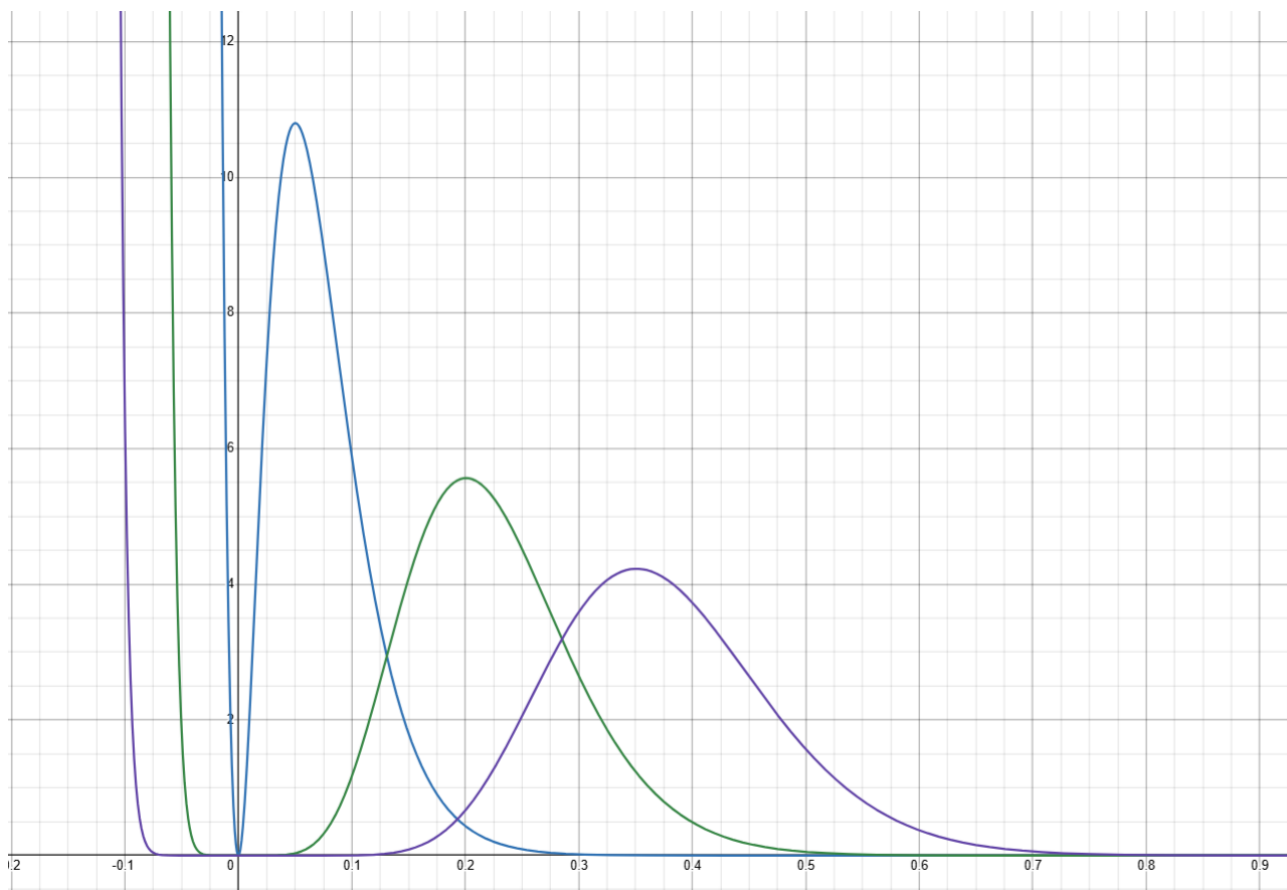
4. Построить графики плотности трех нормированных эрланговских распределений, отличающихся рангом:

$$\begin{aligned} r_1^s &= 3, \\ r_2^s &= 9, \\ r_3^s &= 15. \end{aligned}$$

Интенсивности для этих трех распределений вычислить по формулам:

$$\begin{aligned} \mu_1^s &= \frac{2 \cdot M_{\text{студента}}}{3}, \\ \mu_2^s &= \frac{\mu_1^s}{3}, \\ \mu_3^s &= \frac{\mu_1^s}{5}. \end{aligned}$$

$$b(t) = r\mu \cdot e^{-r\mu t} \frac{(r\mu t)^{r-1}}{(r-1)!}$$



$$\begin{aligned} 1 \quad y &= \frac{(39.9e^{-39.9x} \cdot x^2 \cdot 39.9^2)}{2} \\ 2 \quad y &= \frac{(39.87e^{-39.87x} \cdot x^8 \cdot 39.87^8)}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8} \\ 3 \quad y &= \frac{(39.9e^{-39.9x} \cdot x^{14} \cdot 39.9^{14})}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 11 \cdot 12 \cdot 13 \cdot 14} \end{aligned}$$

Чем больше значение, тем меньше вероятность его появления.