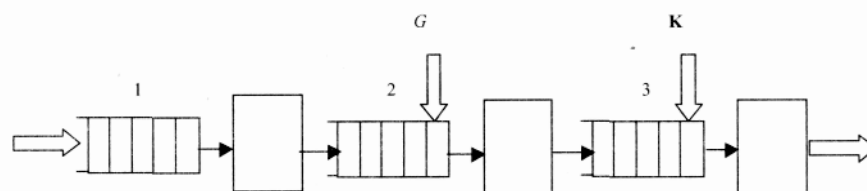


Комплект вариантов лабораторной работы №3

Дисциплина Имитационное моделирование

Задание 1. Моделирование разливной линии

Имеется некоторая конвейерная автоматизированная линия по выпуску баночек фруктового сока. Пустые баночки для фруктового сока поступают в накопитель 1 автоматизированной линии каждые $A \pm B$ секунд. После этого в них автоматически заливается сок. Одновременно может заливаться лишь одна баночка, на что расходуется E секунд. Потом баночки поступают в накопитель 2 для выполнения операции закупоривания. Для этого расходуется C секунд времени на каждую баночку. Одновременно может обрабатываться одна баночка. Потом они попадают в накопитель 3 для следующей операции. В конце конвейера баночки устанавливаются в ящики. Время установки одной баночки представляет собой равномерно распределенную случайную величину в интервале $D \pm E$ секунд. Одновременно может устанавливаться в ящик не больше двух баночек.

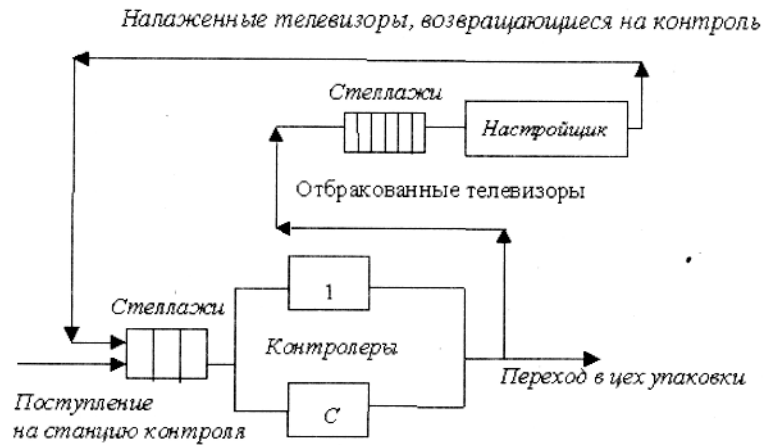


Начальные условия: в начале смены в накопителе 2 находится G баночек, A в накопителе 3 – K баночек. Определить, какие размеры должны иметь накопители с номерами, указанными в табл. соответственно варианту. Промоделируйте работу линии на протяжении одной смены (N часов). В табл. указаны варианты и значения параметров.

Параметр	Вариант		
	1	2	3
$A \pm B$	$3,5 \pm 1,1$	$4,5 \pm 2,0$	$3,2 \pm 1,3$
F	1,5	1,2	2,3
C	1,6	1,3	2,4
$D \pm E$	$2,0 \pm 0,8$	$1,7 \pm 0,5$	$2,6 \pm 0,4$
G	20	26	35
K	36	36	30
N	8	6	7
Номера анализируемых накопителей	1,3	2,3	1,2

Задание 2. Моделирование контроля и настройки телевизоров

Собранные телевизоры проходят серию испытаний на станции технического контроля. Если оказывается, что функционирование телевизора ненормально, то отбракованный телевизор передают в цех наладки, где заменяют неисправные блоки. После наладки телевизор возвращают на станцию контроля и снова проверяют. Со станции технического контроля телевизоры после одной или нескольких проверок поступают в цех упаковки.



Телевизоры попадают на станцию технического контроля каждые $A \pm B$ минут. На станции работают C контролеров одинаковой квалификации. Операция контроля одного телевизора состоит из двух проверок: 1) для первой проверки каждому контролеру необходимо $D \pm E$ минут; 2) для второй проверки на всех C контролеров имеется один тестовый прибор (продолжительность тестирования – F минут). Приблизительно G процентов телевизоров успешно проходят проверку и попадают в цех упаковки, A другие K процентов – в цех наладки, в котором находится один рабочий – наладчик. Время наладки (замены) неисправных блоков распределено в соответствии с равномерным законом в интервале $N \pm M$ минут. Написать на GPSS модель функционирования этого параграфа производственной линии. Время моделирования – 8 ч. Определить, сколько мест на стеллажах необходимо предусмотреть на входе станции контроля и в цехе наладки. В табл. приведены варианты заданий и значения параметров.

Параметр	Вариант		
	1	2	3
$A \pm B$	$5,5 \pm 2,0$	$7,0 \pm 1,5$	$6,5 \pm 2,0$
C	2	3	2
$D \pm E$	9 ± 3	6 ± 5	12 ± 3
F	1,2	1,5	1,0
G	85	95	85
K	15	5	15
$N \pm M$	30 ± 7	35 ± 9	30 ± 8

Задание 3. Моделирование работы кафе

В небольшом кафе работают две официантки (А и В) обслуживая по N четырехместных столиков. Официантка А пользуется большей популярностью, чем официантка В. Приходя в кафе, клиент садится за столик официантки В только в том случае, если все места за столиками, которые обслуживает официантка А, заняты. Клиенты приходят в кафе через $a \pm b$ минут и, если не застанут свободных мест, становятся в очередь. Когда клиент садится на освободившееся место, он ждет, пока к нему подойдет официантка и примет у него заказ. Время приема заказа у официантки А занимает $c \pm d$ секунд, у официантки В соответственно $E \pm f$ секунд. Приняв заказ у клиента, официантки сразу же его выполняют. Время выполнения заказа обеими официантками составляет $g \pm h$ секунд. После получения заказа клиент на протяжении $k \pm t$ минут обедает и уходит из кафе. Официантки обслуживают клиентов по принципу FIFO и в каждый момент времени могут обслуживать не более одного клиента. Определить время ожидания в очереди и время, которое клиент проводит за столиком кафе. Промоделируйте работу кафе на протяжении 10 ч. В табл. приведены варианты заданий и значения параметров.

Параметр	Вариант		
	1	2	3
N	S	7	6
$a \pm b$	2 ± 1	2 ± 1	3 ± 2
$c \pm d$	45 ± 15	35 ± 6	40 ± 10
$e \pm f$	17 ± 4	22 ± 6	35 ± 8
$g \pm h$	160 ± 20	180 ± 30	200 ± 50
$k \pm m$	16 ± 4	10 ± 3	12 ± 3

Задание 4. Моделирование работы обрабатывающего цеха

В обрабатывающий цех через $a \pm b$ минут поступают детали двух типов: с вероятностью p_1 – первого типа, с вероятностью p_2 – второго типа. Детали первого типа обрабатываются станком А (время обработки $c \pm d$ минуты, в каждый момент времени может обрабатываться только одна деталь). С вероятностью p_3 деталь не отвечает требованиям качества и возвращается на повторную обработку на станок, в противном случае она поступает на станок С. Детали второго типа обрабатываются станком В (время обработки $E \pm f$ минут, в каждый момент времени может обрабатываться только одна деталь). С вероятностью p_3 деталь не отвечает требованиям качества и возвращается на повторную обработку на станок В, в противном случае она поступает на станок С. Станок С может обрабатывать до g деталей одновременно, время обслуживания одной детали составляет $k \pm t$ минут. Промоделировать работу цеха на протяжении N часов. Определить время нахождения детали на обработке в цехе. В табл. приведены варианты заданий и значения параметров.

Параметр	Вариант		
	1	2	3
$a \pm b$	5 ± 1	6 ± 2	7 ± 2
P_1	0,4	0,5	0,7
P_2	0,6	0,5	0,3
$c \pm d$	15 ± 5	16 ± 6	14 ± 10
P_3	0,1	0,05	0,075
$e \pm f$	8 ± 4	12 ± 6	16 ± 8
g	5	4	3

k+m	6±2	8±3	9±3
N	10	11	8

Задание 5. Моделирование работы обрабатывающего цеха

На вход некоторого цеха, который состоит из трех участков, поступает случайный поток деталей. Интервалы поступления имеют экспоненциальное распределение со средним значением 4 мин. С вероятностью 0,65 поступает деталь первого типа, с вероятностью 0,35 – второго типа. После того, как детали поступили в цех, они направляются на участок Y_1 , где обрабатываются последовательно одна за другой (время обработки распределено равномерно в интервале 2-5 мин). При этом детали второго типа имеют больший приоритет, чем детали первого типа. Далее, после обработки на участке Y_1 детали первого типа поступают на участок Y_2 , а детали второго типа – на участок Y_3 . На участке Y_2 есть три идентичных станка. Время обработки детали станком имеет экспоненциальное распределение со средним значением 11 мин. На участке Y_3 есть два станка (время обработки на каждом из них имеет экспоненциальное распределение со средним значением 7 мин). Промоделировать работу цеха на протяжении 40 ч. Определить статистические характеристики очереди деталей перед участками Y_2 и Y_3 .

Задание 6. Моделирование работы обрабатывающего цеха

В цех поступает пуассоновский поток деталей с интенсивностью 20 дет./ч. С вероятностью 0,4 деталь поступает на первый участок, а с вероятностью 0,6 – на второй участок. На первом участке детали обрабатываются на одном из двух станков. Время обслуживания имеет экспоненциальное распределение со средним значением 48 мин. На втором участке детали обрабатывают одним станком за время, которое равномерно распределено в интервале 2 ± 1 мин. После обработки на одном из двух участков детали направляются к третьему участку с одним станком, на котором время обработки имеет экспоненциальное распределение со средним значением 2 мин. Промоделировать обработку 1000 деталей. Определить количество деталей, которые прошли через первый участок, и максимальную длину очереди перед третьим участком. Построить GPSS-модель цеха, которая состоит: 1) из одного сегмента (с использованием параметров транзактов); 2) из двух сегментов. Напомним, что сегмент – часть GPSS-модели, которая начинается блоком GENERATE и заканчивается блоком TERMINATE.

Задание 7. Моделирование работы СМО

На вход одноканальной обслуживающей системы с интенсивностью λ (1/ед. времени) поступает пуассоновский поток требований. С вероятностью p_1 требование имеет первый тип, с вероятностью p_2 – второй тип. Требования второго типа при выборе из очереди имеют больший приоритет, чем требования первого типа. Время обслуживания требования прибором имеет экспоненциальное распределение со средним значением t_1 , ед. времени для требования первого типа, t_2 – для требования второго типа. Промоделировать обслуживание K требований. Оценить длину очереди требований перед прибором. В табл. приведены варианты заданий и значения параметров. Построить GPSS-модель, которая состоит: 1) из одного сегмента; 2) из двух сегментов.

7.2. На вход одноканальной обслуживающей системы поступает поток требований, время поступления которых равномерно распределено в интервале от A до B единиц времени. С вероятностью p_1 требование имеет первый тип, с вероятностью p_2 – второй тип. Требования второго типа при выборе из очереди имеют больший приоритет, чем требования первого типа. Время обслуживания требования прибором имеет экспоненциальное распределение со средним значением t_1 единиц времени для требования первого типа, t_2 – для требования второго типа. Промоделировать обслуживание K требований. Оценить длину очереди требований перед прибором.

Вариант	λ	A	B	p_1	p_2	t_1	t_2	K
1	0,05,	20	40	0,4	0,6	12	16	100
2	0,03	30	70	0,2	0,8	28	26	200
3	0,005	200	300	0,3	0,7	100	190	300
4	0,006	180	260	0,65	0,35	70	200	400

Задание 8. Задача об обжиге деталей в печи

Изготовление деталей определенного вида включает длительный процесс сборки, который заканчивается коротким периодом обжига в печи. Поскольку эксплуатация печи обходится очень дорого, несколько сборщиков используют одну печь, в которой одновременно можно обжигать только одну деталь. Сборщик не может начать новую сборку, пока не вытащит из печи предыдущую деталь. Таким образом, сборщик работает в таком режиме: 1) собирает следующую деталь; 2) ожидает возможности использования печи по принципу FIFO («первым пришел – первым обслужился»); 3) использует печь; 4) возвращается к п. 1. Время, необходимое на выполнение различных операций, приведено в табл.

Операция	Необходимое время, мин
Сборка	30 ± 5
Обжиг	8 ± 2

Необходимо построить GPSS – модель описанного процесса в течение 40 часов модельного времени. Предполагается, что в течение рабочего дня нет перерывов, а рабочими днями являются все дни (без выходных). Определите оптимальное число сборщиков, т.е. такое количество, которое дает наибольшую прибыль при моделировании в течение 40 часов модельного времени. В связи с понижением напряжения сети время обжига возросло и стало равным 12 ± 2 минуты. Построить графики очереди к печи обжига при числе сборщиков, равном а) 3, б) 4, в) 5.

Задание 9. Моделирование системы обслуживания

На вход одноканальной системы обслуживания поступает два потока требований. Первый из них – пуассоновский с интенсивностью λ 1/мин. Во втором потоке интервалы поступления распределены равномерно на отрезке a-b мин. Интенсивность обслуживания требования устройством зависит от длины очереди на обслуживание. Если длина очереди меньше или равняется d (больше, чем d), то время обслуживания имеет экспоненциальное распределение со средним значением t_1 (t_2) минут. Промоделировать работу системы на протяжении K часов. В табл. приведены варианты заданий и значения параметров.

Вариант	λ	a	b	d	t_1	t_2	K
1	0,2	16	40	3	2	4	100
2	0,25	6	20	4	1	2.5	250
3	0,1	3	9	6	2	4	350
4	0,15	2	7	5	1	4	400

Самостоятельно задать соответствующую функциональную зависимость двумя способами: через дискретную и непрерывную GPSS-функции с числом отрезков не меньше трех, если интенсивность обслуживания требования устройством зависит от:

- 1) времени функционирования системы;
- 2) числа нулевых входов в очередь;
- 3) числа ненулевых входов в очередь;
- 4) средней длины очереди;
- 5) текущей длины очереди;
- 6) среднего времени пребывания в очереди;
- 7) коэффициента использования устройства;
- 8) числа входов в устройство (сколько раз использовалось устройство).

Задание 10. Моделирование системы автоматизации проектирования

Система автоматизации проектирования состоит из ЭВМ и трех подключенных к ней терминалов. За каждым терминалом работает один проектировщик, который формирует задания на расчет в интерактивном режиме. Набор строки задания занимает 10 ± 5 с. Анализ строки требует 3 с работы ЭВМ и 5 с работы терминала. В каждый момент времени может анализироваться только одна строка. После набора десяти строк считается, что задание сформировано и поступает на решение, которое занимает 10 ± 3 с работы ЭВМ (решение заданий имеет больший приоритет, чем анализ строк). Вывод результата решения требует 8 с работы терминала, А анализ результата проектировщиком – 30 ± 10 с, после чего цикл повторяется. Промоделировать работу системы на протяжении 6 ч. Определить вероятность простоя проектировщика из-за занятости ЭВМ, коэффициент загрузки ЭВМ и параметры очереди к ЭВМ.

Задание 11. Моделирование работы транспортного цеха

Транспортный цех обслуживает три филиала А, В и С. Грузовики перевозят изделия из А в В и из В в С, возвращаясь потом в А без груза. Погрузка изделий в филиале А занимает 20 мин, переезд из А в В длится 30 мин, разгрузка и загрузка в филиале В – по 20 мин, переезд в С – 30 мин, разгрузка в С – 20 мин и переезд в А – 20 мин. Если на момент загрузки в филиалах А и В изделия отсутствуют, грузовики уходят дальше по маршруту пустыми. Изделия в А выпускаются партиями по 1000 шт. через 20 ± 3 мин, в В – такими же партиями через 20 ± 5 мин. На линии эксплуатируется восемь грузовиков, каждый может перевозить по 1000 изделий. В начальный момент четыре грузовика находятся в А, четыре – в В. Промоделировать работу транспортного цеха на протяжении 1000ч. Определить частоту пустых перегонов грузовиков между филиалами А и В, В и С.

Задание 12. Моделирование системы передачи разговора

В системе передачи цифровой информации разговор передается в цифровом виде. Речевые пакеты поступают через 6 ± 3 мс и передаются через два последовательно соединенных канала. В каждый момент времени каждый из каналов может передавать только один пакет. В случае занятости канала пакеты сохраняются в накопителях перед каждым каналом. Время передачи пакета по каждому из каналов имеет экспоненциальное распределение со средним значением 5 мс. Пакеты, время передачи которых больше 10 мс (без учета времени ожидания), на выходе системы уничтожаются, поскольку длительное время передачи значительно снижает качество передаваемой речи. Уничтожение свыше 30% пакетов недопустимо. При достижении такого уровня система за счет ресурсов ускоряет передачу в каналах до среднего значения времени 4 мс. При снижении уровня до приемлемого значения происходит отключение ресурсов. Промоделировать 10 с работы системы. Определить частоту уничтожения пакетов, частоту подключения ресурсов и среднее время нахождения одного пакета в системе передачи информации (с учетом времен ожидания).

Задание 13. Моделирование системы передачи данных

Система передачи данных обеспечивает передачу пакетов данных из пункта А в пункт С через транзитный пункт В. В пункт А пакеты поступают через 10 ± 5 мс. Здесь они сохраняются в накопителе с максимальной вместительностью 25 пакетов и с равной вероятностью передаются по одной из двух линий: АВ1 – за 20 мс; АВ2 – за 20 ± 5 мс. В пункте В пакеты снова буферизируются в накопителе с максимальной вместительностью 20 пакетов и дальше передаются по линии ВС1 за 20 ± 3 мс и по линии ВС2 за 25 мс. Причем пакеты, которые передавались по АВ1, поступают в ВС1, а те, которые передавались по АВ2, – в ВС2. При достижении предельного значения количества пакетов в накопителе (максимальной вместительности) пакет, который пытается попасть в этот накопитель, уничтожается. Промоделировать работу системы на протяжении 1 мин. Оценить вероятность уничтожения пакетов.

Задание 14. Моделирование узла коммутации сообщений

В узел коммутации сообщений, который состоит из входного буфера, процессора, двух выходных буферов и двух выходных линий, поступают сообщения с двух направлений (по каждому через интервалы времени 15 ± 7 мс). Сообщения с первого направления поступают во входной буфер, обрабатываются в процессоре, накапливаются в выходном буфере первой линии и передаются по первой выходной линии. Сообщения со второго направления обрабатываются аналогично, но накапливаются в выходном буфере второй линии и передаются по второй линии. Примененный метод контроля потоков разрешает одновременное присутствие в системе не больше трех сообщений с каждого направления. Если при наличии в системе трех сообщений с некоторого направления поступает сообщение с этого же направления, то оно получает отказ. Время обработки в процессоре равняется 7 мс на сообщение, время передачи по каждой из выходных линий – 15 ± 5 мс. Промоделировать работу узла коммутации на протяжении 10 с. Определить загрузку устройств и вероятность отказов в обслуживании.

Задание 15. Моделирование процесса сборки

На сборочный участок цеха предприятия из трех независимых источников через интервалы времени, которые имеют экспоненциальное распределение со средним значением 10 мин, поступают детали. Каждая деталь с вероятностью 0,5 должна пройти обработку на протяжении 7 мин. На сборку подаются одна обработанная и одна необработанная детали. В результате получают готовое изделие. Процесс сборки занимает 6 мин. В каждый момент времени может собираться только одно изделие. Потом изделие поступает на регулирование, которое продолжается в среднем 8 мин (экспоненциальное распределение). Промоделировать работу цеха на протяжении 24 ч. Оценить загруженность операций и распределение времени пребывания в системе.

Задание 16. Моделирование работы цеха

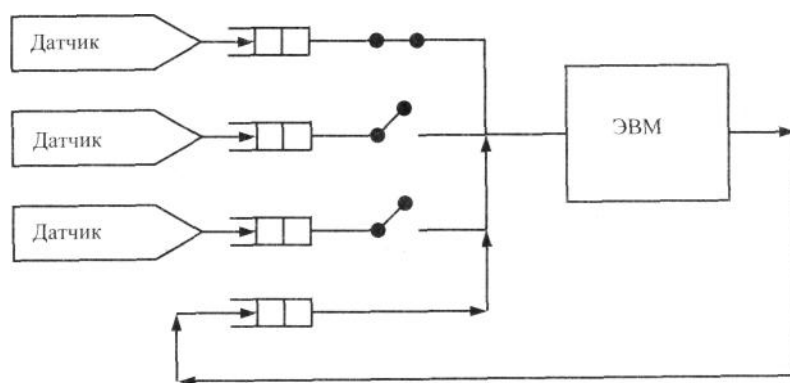
Детали, необходимые для работы цеха, находятся на цеховом и центральном складах. На цеховом складе может храниться до 20 комплектов деталей, потребность в которых возникает через 60 ± 10 мин и составляет один комплект. В случае уменьшения запасов до трех комплектов на протяжении 60 мин формируется требование на пополнение запасов цехового склада до полного объема (20 комплектов), которая посылается на центральный склад, где на протяжении 60 ± 20 мин происходит комплектование и за 60 ± 5 мин осуществляется доставка деталей в цех. Промоделировать работу цеха на протяжении 400 ч. Оценить вероятность простоя цеха из-за отсутствия деталей.

Задание 17. Моделирование системы управления производством

Пусть имеется некоторая система управления производством, в которой ЭВМ циклически опрашивает три датчика информации. Информация в датчиках появляется через 12 ± 3 с и имеет размер 3000 ± 1000 символов; ЭВМ поочередно каждому датчику предоставляет 3 с:

- в первые 3 с обрабатывается информация из первого датчика;
- во вторые 3 с обрабатывается информация из второго датчика;
- в третьи 3 с обрабатывается информация из третьего датчика;
- в четвертые 3 с обрабатывается информация из первого датчика и т.д.

Если на момент начала опрашивания у датчика нет информации для обработки, имеем свободный цикл. Если за соответствующие 3 с ЭВМ успевает обработать информацию датчика, то обслуживание завершается, если – нет, то остаток необработанной информации становится в специальную очередь. Задания, которые находятся в этой очереди, обрабатываются во время свободных циклов. Скорость обработки информации ЭВМ равна 1000 символов в секунду. Промоделировать 5 ч работы ЭВМ. Определить загрузку ЭВМ, параметры специальной очереди неоконченных заданий.



Задание 18. Моделирование производственного процесса

Имеется некоторый производственный процесс, который реализуется линией с тремя последовательно установленными агрегатами: Л, Б и В. Поток продукции, который поступает от агрегата А, является пуассоновским со средней нормой выработки 10 изделий за час. Агрегат Б функционирует по равномерному закону, продолжительность обработки изделия составляет 4 ± 6 мин. Закон распределения времени обслуживания изделий агрегатом В приведен в табл.

Вероятность	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1
Продолжительность обслуживания, мин	2	3	4	5	6

При скоплении на входе агрегата В двух или более изделий в технологической линии возникает затор. Промоделировать функционирование линии на протяжении 100 ч. Определить общее время затора на входе агрегата В. Построить гистограмму распределения продолжительности заторов.

Задание 19. Моделирование работы заправочной станции

На заправке есть три вида топлива для автомобилей: низкооктановый, высокооктановый бензины и дизельное топливо. Для каждого вида топлива есть свои

колонки. Характеристики заправки приведены в табл. Прибытие автомобилей на заправку распределено согласно закону Эрланга второго порядка со средним значением 2,2 мин. В 10% автомобилей после заправки доливают от 0,5 до 2 л масла. Доливание 0,5 л масла занимает 2 мин. Стоимость одного литра масла – 40 руб. Оценить среднее время обслуживания автомобилей на заправке и выручку за пять дней работы.

Вид топлива	Количество колонок	Часть автомобилей, которые заправляются, %	Количество топлива, которым заправляют автомобиль, л	Скорость заправки, л/мин	Стоимость топлива за литр, руб
Низкооктановый бензин	1	30	Равномерно распределено в интервале 5-60 л (через 5 л)	12	17,0
Высокооктановый бензин	2	50	Равномерно распределено в интервале 5-40 л (через 5 л)	15	21,5
Дизельное топливо	1	20	Равномерно распределено в интервале 10-60 л (через 5 л)	18	15,0

Задание 20. Моделирование работы станции технического обслуживания

На станцию технического обслуживания (СТО) согласно закону Эрланга второго порядка со средним временем прибытия 14 мин прибывают автомобили для технического обслуживания (36% автомобилей) и ремонта (64% автомобилей). На СТО есть два бокса для технического обслуживания и три бокса для ремонта. Выполнение простого, средней сложности и сложного ремонтов – равновероятно. Время и стоимость выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту зависит от категории выполняемых работ. После технического обслуживания 12% автомобилей поступают для выполнения ремонта средней сложности. Построить гистограмму времени обслуживания автомобилей. Оценить выручку СТО за пять дней работы.

Категория работ	Время ремонта, мин	Стоимость ремонта, руб.
Техническое обслуживание	Равномерно распределено в интервале 10-55	Равномерно распределено в интервале 100-400
Простой ремонт	Равномерно распределено в интервале 12-45	Равномерно распределено в интервале 50-450
Ремонт средней сложности	Нормально распределено со средним 45 и среднеквадратичным отклонением 5	Равномерно распределено в интервале 100-1400

Сложный ремонт	Равномерно распределено в интервале 80-150	Равномерно распределено в интервале 350-2550
----------------	--	--

Задание 21. Моделирование работы станции скорой помощи

На станцию скорой помощи поступают вызовы по телефону. Станция имеет пять каналов для одновременного приема вызовов. Время между попытками вызова скорой помощи распределено согласно закону Эрланга второго порядка (среднее время – 1,5 мин). Абоненты тратят 15 с на набор номера и, если застают все каналы занятыми, через 20 с повторяют вызов. Так происходит до тех пор, пока вызов не будет принят. Время приема вызова составляет 1 мин. На станции скорой помощи для обслуживания вызовов имеется 15 автомобилей. Время, затраченное на проезд к больному, зависит от расстояния до его дома. Распределение расстояния приведено в табл. После предоставления помощи автомобили возвращаются на станцию. Скорость движения автомобилей равномерно распределена в интервале 35-55 км/ч.

Вероятность	0,15	0,22	0,17	0,28	0,18
Расстояние, км	5	8	12	15	20

Время оказания помощи больному распределено в соответствии с нормальным законом со средним значением 25 мин и среднеквадратическим отклонением 4 мин. Оценить среднее время от момента начального вызова скорой помощи до окончания помощи больному и средний пробег автомобиля за пять дней работы.

Задание 22. Моделирование работы госпиталя

В госпиталь на протяжении суток поступают раненые и потерпевшие от катастрофы, которых доставляют на пятиместных (70%) и трехместных (30%) автомобилях. Время прибытия автомобилей распределено согласно закону Эрланга второго порядка со средним значением 45 мин. В госпитале бригада из трех терапевтов и одного хирурга на протяжении 4 ± 2 мин осматривают раненых и потерпевших, определяют необходимый вид предоставления медицинской помощи и направляют в соответствующую палату. После операционной 55% больных направляют в палату реанимации, А 45% – в палату интенсивной терапии. Промоделировать работу госпиталя на протяжении 10 суток. Оценить среднее время пребывания пострадавших в госпитале и необходимое количество мест в палатах.

Вероятность направления	Палата	Количество мест	Время предоставления помощи, мин
0,15	интенсивной терапии	20	Распределено равномерно в интервале 1440-2060
0,25	операционная	6	Распределено равномерно в интервале 20-120
0,35	реанимации	20	Распределено равномерно в интервале 2880-3660
0,15	хирургическая	25	Распределено нормально со средним значением времени 1800 мин и среднеквадратическим отклонением 60
0,1	терапии	30	Распределено равномерно в интервале 1200-2200

Задание 23. Моделирование работы маршрутных такси

На некотором городском маршруте по кольцевому маршруту с десятью остановками работают пять 11-местных и десять 14-местных микроавтобусов. Время движения между остановками имеет равномерное распределение в интервале 5 ± 8 мин. На каждую остановку в соответствии с экспоненциальным законом распределения со средним значением 2 мин прибывают пассажиры и ждут микроавтобуса. Микроавтобус подъезжает к остановке и забирает столько пассажиров, сколько имеется свободных мест. Если свободных мест больше, чем пассажиров, то микроавтобус забирает всех. Если на остановке никто не выходит и в микроавтобусе нет свободных мест, он не останавливается. Вероятность того, что пассажир проедет некоторое количество остановок, задана в табл. Стоимость проезда – 30 руб.

Вероятность	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
Количество остановок	3	4	5	6	7

Промоделировать работу микроавтобусов на протяжении 16 ч. Оценить загруженность микроавтобусов, распределение времени поездки пассажиров и выручку со всех микроавтобусов.

Задание 24. Моделирование работы печатной системы

В компьютерной сети издательского дома используются два сетевых высокопроизводительных принтера: цветной и черно-белый, которые подключены к одному принт-серверу. От сотрудников на печать поступает пуассоновский поток документов с интенсивностью N документов/мин. Количество страниц в документах имеет нормальное распределение с математическим ожиданием t и среднеквадратичным отклонением σ ($\neq 1$) (объем страниц имеет экспоненциальное распределение со средним значением a Кб), причем с вероятностью p_1 эти документы предназначены для распечатки на черно-белом принтере и с вероятностью $(1 - p_1)$ – на цветном. Сначала документы обрабатываются на принт-сервере и становятся в его очередь, размер которой равен P Мб. При превышении этого числа принт-сервер приостанавливает прием документов на обработку и возвращает отправителям сообщение об ошибке. Время печати одной страницы имеет экспоненциальное распределение со средним значением b минут для черно-белой печати и с минут – для цветной. Промоделировать работу печатной системы издательского дома на протяжении R часов. Оценить время, проходящее от отправки документа на печать до окончания печати. Определить, на сколько надо изменить размеры очереди принт-сервера, чтобы сотрудники не получали соответствующих сообщений об ошибках. Параметры задать самостоятельно.

Задание 25. Моделирование процесса сборки ПК

Радиозавод выполняет заказы мелких компьютерных фирм по сборке персональных компьютеров (ПК) под их торговыми марками. Сборка производится на конвейере. На вход конвейера поступают полные наборы комплектующих с интенсивностью $a \pm b$ мин. На первом участке производится параллельная сборка n_1 ПК по $c \pm d$ мин каждый. Затем каждый собранный ПК проходит настройку и проверку на предмет работоспособности аппаратной части по $E \pm f$ мин каждый. Эту проверку не проходят $p_1\%$ ПК. Отбракованные ПК отправляют обратно на участок сборки для устранения неисправностей, которое занимает $g \pm h$ мин. По желанию заказчиков на собираемые ПК может быть установлено программное обеспечение (операционная система и прочее). Поэтому только $p_2\%$ собранных ПК направляются на участок упаковки, А остальные – на участок установки и настройки программного обеспечения (ПО), на котором параллельно

работают p_2 инженеров. Установка ПО на один компьютер занимает $k \pm 1$ мин. В процессе этого на $P_3\%$ ПК могут обнаружиться незамеченные ранее аппаратные проблемы, вследствие чего эти ПК отправляются на первый участок для устранения неисправностей, которое занимает $g \pm h$ мин. Исправные компьютеры поступают на участок упаковки. На участке упаковки все ПК предварительно складываются, а затем поступают на один из n упаковочных станков, упаковка на каждом из которых занимает t минут. Промоделировать работу завода на протяжении K часов. Определить среднее время выполнения заказа и максимальный размер склада для участка упаковки.

Задание 26. Задача о морских судах и буксирах

Морские суда двух типов прибывают в порт, где происходит их разгрузка. В порту есть два буксира, обеспечивающих ввод кораблей в порт и вывод из порта. К первому типу судов относятся корабли малого тоннажа, которые требуют использования одного буксира. Корабли второго типа имеют большие размеры, для их ввода и вывода из порта требуется два буксира. Из-за различия размеров двух типов кораблей необходимы и причалы различного размера. Кроме того, корабли имеют различное время погрузки-разгрузки. Исходные данные приведены в таблице:

Значение	Тип корабля	
	1	2
Интервал прибытия, мин	130 ± 30	390 ± 60
Время входа в порт, мин	30 ± 7	45 ± 12
Количество доступных причалов	6	3
Время погрузки-разгрузки, час	12 ± 2	18 ± 4
Время выхода из порта, мин	20 ± 5	35 ± 10

Постройте модель системы, в которой можно оценить время ожидания кораблями каждого типа входа в порт. (Время ожидания входа в порт включает время ожидания освобождения причала и буксира.) Корабль, ожидающий освобождения причала, не обслуживается буксиром до тех пор, пока не будет предоставлен нужный причал. Корабль второго типа не займет буксир до тех пор, пока ему не будут доступны два буксира.

1. Проведя расчеты по программе, ответьте на вопросы:

а) каково среднее время ожидания кораблями каждого типа входа в порт?

б) как изменится среднее время ожидания кораблями каждого типа входа в порт, если количество буксиров увеличить с двух до трех?

2. Выведите на экран график очереди судов второго типа. Существенна ли возникающая очередь?

3. Предположим, что возросла интенсивность движения судов второго типа: интервал времени прибытия уменьшился с 390 до 240 минут. Можно ли ликвидировать возникшую очередь, если увеличить количество причалов для кораблей второго типа с трех до четырех? С трех до пяти?