

ЗАДАНИЕ 1. Моделирование процесса функционирования накопителя на магнитных дисках

Накопитель состоит из одного канала и трех дисководов. Запросы поступают к каждому из дисководов равновероятно, длины временных промежутков между запросами случайны, независимы и распределены по экспоненциальному закону $E(\mu)$. Обработка запроса включает установку головки (при этом канал не требуется) и обмен данными через канал (запись или считывание). Время установки головки – случайная величина с равномерным распределением $R[0, \tau_+]$. Время обмена данными равно τ .

Разработать GPSSV – модель для анализа функционирования накопителя на магнитных дисках на временном промежутке $[0, T]$, взяв за единицу времени величину τ .

Первоначальный перечень экспериментов: $\tau = 1.7$ мс, $\tau_+ = 50$ мс, $\mu = 0.1 \text{ мс}^{-1}$.

ЗАДАНИЕ 2. Моделирование процесса продажи авиабилетов

В помещении аэропорта работают m кассиров по продаже билетов, к каждому из которых образуется отдельная очередь. Время между моментами прибытия пассажиров – случайная величина с экспоненциальным распределением $E(\tau_1)$. Пассажир выбирает самую короткую очередь. Время обслуживания пассажира кассиром – случайная величина с равномерным распределением $R[\tau_-, \tau_+]$. В очереди к кассиру может находиться не более n пассажиров. Если длины очередей по всем кассирам равны максимальному значению n , то пассажир следует прямо на посадку и покупает билет у стюардессы.

Разработать GPSSV-модель для оценки среднего времени W_1 , которое пассажир затрачивает на покупку билета; среднюю загрузку билетных касс W_2 ; среднюю длину очереди по результатам имитационного моделирования процесса на $[0, T]$.

Первоначальный перечень экспериментов: $m = 5$, $n = 2$, $\tau_1 = 5$ мин, $\tau_- = 0.5$ мин, $\tau_+ = 1.5$ мин, $T = 300$ мин.

ЗАДАНИЕ 3. Моделирование системы массового технического контроля и настройки

Система массового технического контроля и настройки телевизоров состоит из склада 1 (хранищего все ожидающие контроля телевизоры), пункта контроля из m параллельно работающих контролеров, склада 2 (хранищего все ожидающие настройки телевизоры) и пункта настройки из n параллельно работающих настройщиков. Случайное время между поступлениями телевизоров на склад 1 для заключительной проверки имеет равномерное распределение $R[\tau_1, \tau_2]$. Из склада 1 телевизоры без задержек поступают к контролерам. Случайное время, необходимое на проверку одного телевизора, распределено по равномерному закону $R[\tau_3, \tau_4]$. В среднем 35 % телевизоров проходят проверку успешно с первого предъявления и направляются в пункт упаковки. Остальные 15 % не проходят проверку и направляются через склад 2 в пункт настройки. Случайное время настройки имеет равномерное распределение $R[\tau_5, \tau_6]$.

Разработать GPSSV-модель и проимитировать функционирование системы массового технического контроля и настройки на отрезке времени $[0, T]$ для оценки среднего времени, затрачиваемого на обслуживание одного телевизора, а также среднего размера очереди на складах 1, 2.

Первоначальный перечень экспериментов: $m = 2$, $n = 1$, $\tau_1 = 3$ мин, $\tau_2 = 7$ мин, $\tau_3 = 6$ мин, $\tau_4 = 12$ мин, $\tau_5 = 20$ мин, $\tau_6 = 40$ мин.

ЗАДАНИЕ 4. Моделирование производственного процесса на станке с поломками

Подлежащие обработке детали поступают на станок в среднем m раз в час; распределение вероятностей случайной длины промежутка между моментами поступления деталей – экспоненциальное $E(1/m)$. При нормальном режиме работы задания выполняются в порядке их поступления. Случайное время обработки детали на станке имеет гауссово распределение $N(\mu_2, \sigma_2^2)$. Перед началом обработки детали производится настройка (подготовка) станка, случайная длительность которой имеет равномерное распределение $R[\tau_-, \tau_+]$. Деталь, обработанная на станке, покидает данный станок и направляется в другие отделы цеха. Станок подвергается случайным поломкам, при которых обработка детали прерывается. Случайная длительность интервала между поломками имеет гауссово распределение $N(\mu_2, \sigma_2^2)$. При поломке обрабатываемая деталь снимается со станка и помещается в начало имеющейся перед станком очереди. После ремонта станка обработка детали возобновляется с того места, на котором она была прервана. Ремонт станка состоит из трех независимых последовательных фаз. Случайная длительность каждой фазы имеет экспоненциальное распределение $E(\lambda)$.

Разработать GPSSV-модель и осуществить имитацию производственного процесса на отрезке времени $[0, T]$, для оценки вероятности простоя станка, средней длины очереди к станку и среднего времени обработки детали.

Первоначальный перечень экспериментов: $m = 1$, $\mu_1 = 0.5$ ч, $\sigma_1 = 0.1$ ч, $\tau_- = 0.2$ ч, $\tau_+ = 0.5$ ч, $\mu_2 = 20$ ч, $\sigma_2 = 2$ ч, $\lambda = 4/3$ (ч) $^{-1}$, $T = 500$ ч, $\tau_4 = 12$ мин, $\tau_5 = 20$ мин, $\tau_6 = 40$ мин.

ЗАДАНИЕ 5. Моделирование процесса обработки деталей

В обрабатывающий цех поступают детали, обработка которых осуществляется двумя станками. Детали, поступающие на первичную обработку, образуют пуссоновский поток со средним интервалом между поступлением τ мин. Первый станок обрабатывает деталь в среднем t_1 мин и имеет a_1 % брака, второй – соответственно t_2 мин и a_2 % брака. Все бракованные детали возвращаются на повторную обработку на первый станок. Интервалы времени обработки обоих станков имеют экспоненциальное распределение.

Построить GPSSV-модель процесса обработки для n деталей. Определить среднюю загрузку первого станка на вторичной обработке и вероятность появления отходов (деталей, попавших в раздел бракованных после вторичной обработки).

Первоначальный перечень экспериментов: $\tau = 50$, $t_1 = 40$, $t_2 = 60$, $a_1 = 4$ %, $a_2 = 8$ %, $n = 500$.

ЗАДАНИЕ 6. Моделирование системы обработки информации

Система обработки сигналов, поступающих с датчиков, оснащена мультиплексным каналом и тремя мини-ЭВМ. Сигналы от датчиков поступают на вход канала через интервалы времени $\mu_b \pm \Delta\mu_b$. В канале сигналы буферизуются (образуют очередь) и претерпевают первичную обработку в течение $\mu_1 \pm \Delta\mu_1$ мкс. Каждая мини-ЭВМ имеет входной накопитель емкостью L единиц. После первичной обработки сигналы поступают на обработку в ту мини-ЭВМ, где имеется наименьшая по длине очередь и обрабатываются со временем $\mu_2 \pm \Delta\mu_2$ мкс.

Разработать GPSSV-модель обработки и сигналов. При этом определить среднее время задержки сигналов в канале и мини-ЭВМ и вероятность переполнения входных накопителей.

Первоначальный перечень экспериментов: $L = 10$, $\mu_b = 10$, $\Delta\mu_b = 5$, $\mu_1 = 10$, $\Delta\mu_1 = 3$, $\mu_2 = 30$, $\Delta\mu_2 = 3$, $n = 250$.

ЗАДАНИЕ 7. Моделирование работы конвейера сборочного цеха

Сборочный цех, содержащий комплектовочный конвейер, состоящий из секций емкостью по L изделий каждого из двух типов. На конвейер для сборки поступают каждые $\mu_1 \pm \Delta\mu_1$ мин a_1 изделий первого типа и каждые $\mu_2 \pm \Delta\mu_2$ мин $-a_2$ изделий второго типа. Комплектация начинается только при условии наличия деталей обоих типов в требуемом количестве и длится t мин. При нехватке деталей секция конвейера остается пустой.

Построить GPSSV-модель работы сборочного конвейера в течение одной смены (τ ч). Определить вероятность пропуска секции, средние очереди по каждому типу изделий. Определить экономическую целесообразность перехода на секции с характеристиками: a_2 изделий каждого типа и временем комплектации $2t$ мин.

Первоначальный перечень экспериментов: $L = 10$, $\mu_1 = 5$, $\Delta\mu_1 = 1$, $\mu_2 = 2$, $\Delta\mu_2 = 7$, $a_1 = 5$, $a_2 = 20$, $t = 10$, $\tau = 7$.

ЗАДАНИЕ 8. Моделирование функционирования вычислительной системы (ВС)

Специализированная ВС, оснащенная тремя процессорами (ПР) и общей оперативной памятью (ОП), обеспечивает обработку задач пользователей. Через интервалы времени $\mu_B \pm \Delta\mu_B$ мин поступают задания, занимающие объем ОП размером L_n кб. После трансляции первым процессором в течение $\mu_1 \pm \Delta\mu_1$ мин их объем достигает L_2 кб и они поступают в ОП. Далее задания редактируются вторым процессором в течение $\mu_2 \pm \Delta\mu_2$ мин на L_2 кб каждый, объем задания достигает L_r кб. После редактирования задания через ОП поступают в третий процессор на выполнение, требующее $\mu_3 \pm \Delta\mu_3$ мин времени на каждый L_3 кб и покидают систему, минуя ОП.

Разработать GPSSV-модель ВС в течение τ ч. Определить статистические характеристики занятия СП по всем видам заданий

Первоначальный перечень экспериментов: $L_r = 30$, $\mu_3 = 1.5$, $\Delta\mu_3 = 0.4$, $L_3 = 10$, $\tau = 24$, $\mu_B = 5$, $\Delta\mu_B = 2$, $L_n = 10$, $\mu_1 = 5$, $\Delta\mu_1 = 1$, $L_1 = 20$, $\mu_2 = 25$, $\Delta\mu_2 = 0.5$, $L_2 = 10$.

ЗАДАНИЕ 9. Моделирование студенческого машинного зала ВЦ

Студенческий машинный зал, оснащенный двумя мини-ЭВМ и одним устройством подготовки данных (УПД), обслуживает задания студентов. Студенты приходят с интервалом $\mu_B \pm \Delta\mu_B$ мин и треть из них требует ис-

пользования УПД и ЭВМ, а остальные – только ЭВМ. Допустимая очередь в машинном зале составляет q человек, включающих работающего на УПД, работа которого занимает $\mu_1 \pm \Delta\mu_1$ мин. Работа ЭВМ длится t мин, $a\%$, работавших на ЭВМ, возвращаются для повторного использования УПД и ЭВМ.

Построить GPSSV-модель работы машинного зала в течение τ ч. Определить среднюю загрузку УПД и ЭВМ и вероятность отказа в обслуживании.

Первоначальный перечень экспериментов: $\mu_B = 10$, $\Delta\mu_B = 2$, $q = 40$, $\mu_1 = 5$, $\Delta\mu_1 = 2$, $t = 15$, $a = 20$, $\tau = 24$.

ЗАДАНИЕ 10. Моделирование передачи речи информационной цифровой системой

Информационная система, состоящая из 2 транзитных каналов с входным накопителем, осуществляет передачу речи в цифровом виде. Время передачи цифрового пакета по каждому каналу составляет t мс, интервал поступления – $\mu_B \pm \Delta\mu_B$ мс. Пакеты, длительность передачи которых превышает tm мс, подлежат уничтожению, так как сильно искажают качество речи, однако более a % уничтожения недопустимо.

Смоделировать средствами GPSSV работу описанной системы. Оценить частоту уничтожения пакетов.

Первоначальный перечень экспериментов: $t = 5$, $\mu_B = 6$, $\Delta\mu_B = 3$, $tm = 10$, $a = 30$.

ЗАДАНИЕ 11. Моделирование обслуживания запросов банком данных

На базе ЭВМ, соединенных дуплексным каналом связи, организован распределенный банк данных, служащий для обработки запросов. Поступающий с интервалом $\mu_B \pm \Delta\mu_B$ запрос обрабатывается на первой ЭВМ и с вероятностью a % необходимая информация будет обнаружена. В противном случае запрос посыпается на вторую ЭВМ. Первичная обработка запроса занимает t с, а выдача ответа требует $\mu_1 \pm \Delta\mu_1$ с, передача по каналу связи требует T с времени.

Осуществить с помощью GPSSV-модели продвижение n запросов. Определить необходимую емкость накопителей перед ЭВМ для безотказной работы системы и функцию распределения случайного времени обслуживания заявки.

Первоначальной перечень экспериментов: $\mu_B = 10$, $\Delta\mu_B = 2$, $\mu_1 = 7$, $\Delta\mu_1 = 1$, $t = 2$, $T = 3$, $a = 95$, $n = 100$.

ЗАДАНИЕ 12. Моделирование процесса функционирования участка механообработки ГАП

Участок механообработки включает входной конвейер, транспортный робот, два однотипных, независимо работающих станка с ЧПУ и выходной конвейер. Время поступления деталей на обработку и время обработки детали на станке распределены равномерно соответственно на интервалах $[a \pm \delta]$ с, $[b \pm \delta]$ с. Робот переносит деталь с входного конвейера на свободный станок и затем со станка на выходной конвейер, время каждого переноса распределено равномерно на интервале $[c \pm v]$ с.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования участка в течение k смен (продолжительность одной смены 8 ч).

Первоначальный перечень экспериментов: $k = 1$, $a = 160$, $\delta = 90$, $b = 280$, $\varepsilon = 30$, $c = 10$, $v = 2$.

ЗАДАНИЕ 13. Моделирование участка механообработки ГАП

Участок механообработки включает рабочее место комплектации пакета, два станка для обработки деталей и транспортный робот (робокар). Имеются два типа деталей. Детали 1-го и 2-го типов поступают на место комплектации пакета соответственно через t_1 с и t_2 с. Каждый пакет вмещает m_1 деталей типа 1 либо m_2 деталей типа 2. Пакеты с деталями типа 1 и 2 обрабатываются соответственно на станках 1 и 2. Время обработки распределено равномерно для станка 1 на интервале $[a_1 \pm \delta_1]$ с, для станка 2 на интервале $[a_2 \pm \delta_2]$ с. Робокар транспортирует по два пакета от места комплектации до станков и обратно в течение времени, равномерно распределенного на интервале $[b \pm \varepsilon]$. На месте комплектации пакеты освобождаются от обработанных деталей, загружаются снова и поступают на обработку.

Разработать GPSSV-модель анализа процесса функционирования участка в течение k ч.

Первоначальный перечень экспериментов: $k = 1$, $t_1 = 15$, $t_2 = 10$, $a_1 = 120$, $\delta_1 = 10$, $a_2 = 40$, $\delta_2 = 5$, $b = 16$, $\varepsilon = 4$.

ЗАДАНИЕ 14. Моделирование производственного участка с двумя обрабатывающими центрами

Производственный участок имеет два обрабатывающих центра (ОБРЦ-1 и ОБРЦ-2), которые осуществляют механообработку деталей трех типов. Детали поступают на обработку через каждые t мин, образуя пуассоновский поток. В этом потоке детали типа 1 и 2 появляются с вероятностями

0.25, детали типа 3 – с вероятностью 0.5. Время обработки деталей типов 1 и 2 – τ_1 мин, деталей типа 3 – τ_2 мин. ОБРЦ-1 осуществляет обработку деталей типов 1 и 2, а СЕГЦ-2 – деталей всех типов, причем детали типов 1 и 2 поступают в СЕГЦ-2, в случае, если ОБРЦ-1 занят. На участке фиксируется количество обработанных деталей каждого типа.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования производственного участка в течение одной смены, т. е. ε ч.

Первоначальный перечень экспериментов: $t = 6$, $\tau_1 = 10$, $\tau_2 = 8$.

ЗАДАНИЕ 15. Моделирование автоматизированной технологической линии

Технологическая линия включает источник деталей, два взаимосвязанных станка, накопитель, технологический модуль для окончательной обработки деталей, рабочее место комплектации пакетов и транспортный робот для их транспортировки на склад. Время поступления деталей из источника распределено равномерно на интервале $[a \pm \delta]$ с, причем деталь поступает в минимальную из очередей к станкам. Если деталь поступает на станок 1, то затем она поступает на станок 2. Если деталь поступает на станок 2, то затем она поступает на станок 1. Время работы деталей на станках 1, 2 распределено равномерно, соответственно на интервалах $[b_1 \pm \varepsilon_1]$ с, $[b_2 \pm \varepsilon_2]$ с. После цикла механообработки деталь попадает в накопитель (на 10 деталей). Из накопителя все детали одновременно передаются в технологический модуль для окончательной обработки $[b_3 \pm \varepsilon_3]$ с. Затем осуществляется укладка деталей в пакеты по 10 шт. Транспортами робот отбирает по 2 пакета и транспортирует их на склад. Время транспортировки распределено равномерно на интервале $[c \pm v]$ с.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования автоматизированной технологической линии в течение часа.

Первоначальный перечень экспериментов: $a = 10$, $\delta = 2$, $b_1 = 10$, $\varepsilon_1 = 4$, $b_2 = 9$, $\varepsilon_2 = 3$, $b_3 = 6$, $\varepsilon_3 = 2$, $c = 16$, $v = 4$.

ЗАДАНИЕ 16. Моделирование процесса функционирования централизованной вычислительной системы

Вычислительная система содержит три однотипных процессора с общей памятью, разделенной на n блоков (каждой задаче при ее решении выделяется один блок). Задачи пользователей образуют пуассоновский поток с интенсивностью λ заданий в секунду. Задачи остаются в накопителе, если длина очереди на выполнение не превышает n задач. Задачи пользователей могут быть типа 1 (25 %, высший приоритет) и типа 2 (75 %,

нижний приоритет). Время решения задачи в каждом процессоре имеет экспоненциальное распределение с математическими ожиданиями соответственно μ_1 и μ_2 с. С вероятностью 0,6 задача решается и покидает систему. В остальных случаях задача поступает на обслуживание в блоки (время обслуживания распределено равномерно на интервале $[a \pm \delta]$ с) внешней памяти и возвращается в очередь на повторное решение.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования вычислительной системы в течение часа.

Первоначальный перечень экспериментов: $n = 10$, $\lambda = 0.25$, $\mu_1 = 2$, $\mu_2 = 5$, $a = 5$, $\delta = 3$.

ЗАДАНИЕ 17. Моделирование процесса функционирования распределенной вычислительной системы

РВС имеет архитектуру с общей шиной, к которой подключены 10 терминалов пользователей, 3 однотипных процессора, 2 магнитных диска и 1 АЦПУ. Задачи пользователей образуют пуассоновский поток с интенсивностью λ заданий в секунду, а время обработки задачи в процессоре имеет экспоненциальное распределение с математическим ожиданием μ с. Время обслуживания задачи на магнитном диске $[85 \pm 25] \cdot 10^{-3}$ с, в АЦПУ – $[a \pm \delta]$ с. Время «захвата» шины одной задачей $25 \cdot 10^{-3}$ сек. Во всех случаях имеет место равномерное распределение. С вероятностью p задача решается в процессорном блоке и возвращается к пользователю. В остальных случаях задача поступает на обслуживание в блоки внешней памяти и возвращается в очередь на повторное решение. Примерно q решенных задач проходят обслуживание в АЦПУ.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования РВС в течение часа.

Первоначальный перечень экспериментов: $\lambda = 0$, $\mu = 5$, $a = 12$, $p = 0.6$, $q = 5$.

ЗАДАНИЕ 18. Моделирование вычислительной системы с удаленными терминалами

Вычислительная система представляет собой двухпроцессорный комплекс, который обслуживает местных пользователей и три однотипных удаленных терминала. На каждом терминале задача формируется в среднем через t с, а время выполнения задачи в процессорном блоке имеет математическое ожидание μ с (экспоненциальное распределение). После выполнения задача возвращается на соответствующий терминал, иниции-

руя тем самым формирование новой задачи. Время передачи данных по каналу связи распределяется равномерно в пределах от a до b с.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования вычислительной системы в течение часа.

Первоначальный перечень экспериментов: $t = 25$, $\mu = 20$, $a = 10$, $b = 30$.

ЗАДАНИЕ 19. Моделирование вычислительной системы коллективного пользования

Вычислительная система имеет две разнотипные ЭВМ (ЭВМ-1 и ЭВМ-2), которые обслуживают сеть активных терминалов. Задачи пользователей образуют пуассоновский поток с интенсивностью λ заданий в секунду, а время выполнения задачи в ЭВМ имеет экспоненциальное распределение с математическими ожиданиями μ_1 с (ЭВМ-1) и μ_2 с (ЭВМ-2). Задачи пользователей выполняются в мультипрограммном режиме, причем область памяти каждой ЭВМ разделяет на n блоков. Если поступившая задача застает ЭВМ занятой, то она направляется в ЭВМ-2. После выполнения в ЭВМ 25 % всех задач обслуживается в АЦПУ, причем время распечатки одного листинга распределено равномерно на интервале $[a \pm \varepsilon]$ с.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования вычислительной системы в течение одного часа.

Первоначальный перечень экспериментов: $\lambda = 0.2$, $\mu_1 = 8$, $\mu_2 = 12$, $n = 10$, $a = 12$, $\varepsilon = 8$.

ЗАДАНИЕ 20. Моделирование процесса функционирования вычислительного центра

Вычислительный центр, оснащенный тремя однотипными ЭВМ, обслуживает сеть активных терминалов. Задачи пользователей образуют пуассоновский поток с λ заданий в секунду, а время выполнения задачи в ЭВМ имеет экспоненциальное распределение с математическим ожиданием μ с. Программа-диспетчер обрабатывает задачу, выбирая для нее свободную ЭВМ. Время обработки равномерно распределено на интервале $[a \pm \delta]$. Если все ЭВМ заняты, то задача направляется в очередь, которая на данный момент является минимальной. После выполнения в ЭВМ задача возвращается на соответствующий терминал, причем 30 % задач обслуживается в АЦПУ $[b \pm \varepsilon]$ с.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования вычислительного центра в течение часа.

Первоначальный перечень экспериментов: $\lambda = 0.2$, $\mu = 12$, $a = 2$, $\delta = 1$, $b = 12$, $\varepsilon = 8$.

ЗАДАНИЕ 21. Моделирование роботизированного трехканального обрабатывающего центра

Обрабатывающий центр включает промышленный робот, который распределяет поступающие детали в три однотипных канала их механообработки. Детали, поступающие в обрабатывающий центр, образуют поток Эрланга 2-го порядка с интенсивностью λ деталей в секунду, а время механообработки детали имеет экспоненциальное распределение с математическим ожиданием μ сек. Робот обслуживает деталь $[a \pm \delta]$ с (равномерный закон распределения), распределяя ее в свободный канал. Если все каналы заняты, то деталь направляется в очередь, которая на данный момент является минимальной.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования обрабатывающего центра в течение часа.

Первоначальный перечень экспериментов: $\lambda = 0.1$, $\mu = 25$, $a = 3$, $\delta = 1$.

ЗАДАНИЕ 22. Моделирование процесса функционирования участка сборки

Участок сборки включает источник кассет со сборочным материалом, два сборочных модуля для изготовления изделий 2 типов и конвейер для их транспортировки на склад. Кассеты поступают на сборку в среднем через t мин, образуя пуассоновский поток. В этом потоке 75 % кассет типа 1 и 25 % типа 2. При сборке изделия сборочный модуль 1 выполняет последовательно m_1 операций, а сборочный модуль 2 – m_2 операций, причем каждая операция сборки занимает в среднем τ мин (экспоненциальное распределение). Контроль качества и настройка изделия типа 1 занимают $[a \pm \delta]$ мин, изделия типа 2 – $[b \pm \varepsilon]$ мин (равномерное распределение). После контроля и настройки изделия поступают на конвейер, который транспортирует их на склад. Время транспортировки имеет равномерное распределение на интервале $[c \pm v]$ мин. В модели табулируется время сборки изделий обоих типов (от момента поступления кассеты на участок до момента появления изделия на складе).

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования участка сборки в течение смены, т. е. 8 ч.

Первоначальный перечень экспериментов: $t = 6$, $m_1 = 2$, $m_2 = 3$, $\tau = 5$, $a = 5$, $\delta = 2$, $b = 9$, $\varepsilon = 3$, $c = 4$, $v = 1$.

ЗАДАНИЕ 23. Моделирование процесса сборки изделий

На участок сборки поступают кассеты со сборочным материалом в среднем через t с, образуя пуассоновский поток. Участок реализует последовательную схему сборки изделий круговой компоновкой трех сбо-

рочных модулей. Сборочный модуль 1 выполняет m_1 сборочных операций, затрачивая на операцию в среднем τ_1 с (экспоненциальное распределение). Сборочный модуль 2 выполняет m_2 сборочных операций, затрачивая на операцию в среднем τ_2 с (экспоненциальное распределение). Сборочный модуль 3 выполняет m_3 сборочных операций, затрачивая на операцию в среднем τ_3 с (экспоненциальное распределение). Сборка следующего изделия начинается после завершения всех операций в сборочном модуле 1.

Разработать GPSSV-модель для анализа вероятностных характеристик процессов сборки изделий по результатам имитации одной смены, т. е. 8 ч.

Первоначальный перечень экспериментов: $t = 90$, $m_1 = 5$, $m_2 = 3$, $m_3 = 2$, $\tau_1 = 10$, $\tau_2 = 20$, $\tau_3 = 30$.

ЗАДАНИЕ 24. Моделирование процесса стендовых испытаний

Объектом моделирования является процесс контроля качества изделий на двух испытательных стендах. Изделия могут быть типа 1 (40 %) и типа 2 (60 %). Изделия типа 1 проходят испытания на стенде 1, а изделия типа 2 – на стенах 1 и 2. Изделия типа 2 поступают на стенд 1, если занят стенд 2. Изделия, поступающие на стендовые испытания, образуют пуассоновский поток с λ изделий в секунду, а время их обслуживания имеет экспоненциальное распределение. Математическое ожидание времени обслуживания изделий типа 1 – μ_1 мин, изделий типа 2 на стенде 1 – μ_2 мин и изделий типа 2 на стенде 2 – μ_3 мин.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса стендовых испытаний изделий в течение суток.

Первоначальный перечень экспериментов: $\lambda = 0.067$, $\mu_1 = 15$, $\mu_2 = 25$, $\mu_3 = 20$.

ЗАДАНИЕ 25. Моделирование автоматизированной системы контроля

В систему контроля поступают готовые изделия, которые транспортируются по конвейеру к трем последовательно расположенным испытательным стенду. Все испытательные стенды выполняют однотипные операции функционального контроля, причем время контроля изделия имеет равномерное распределение на интервале $[a \pm \delta]$ мин. Изделие поступает на конвейер через каждые t мин и транспортируется τ_1 мин к стенду 1. Если стенд 1 занят, то изделие транспортируется τ_2 мин к стенд-

ду 2. Если стенд 2 занят, то изделие транспортируется τ_3 мин к стенду 3. Если стенд 3 занят, то изделие оказывается не обслуженным. В модели табулируются временные характеристики процесса обслуживания изделия в системе контроля.

Разработать GPSSV-модель для анализа автоматизированной системы контроля в течение смены, т. е. 8 ч.

Первоначальный перечень экспериментов: $a = 12$, $t = 5$, $\delta = 9$, $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 2$.

ЗАДАНИЕ 26. Моделирование процесса функционирования ЭВМ с сетью АРМ

ЭВМ обслуживает сеть из трех АРМ (АРМ-1, АРМ-2, АРМ-3), обеспечивая мультипрограммный режим работы (область памяти разделяется на n блоков). Задачи, поступающие с АРМ, образуют пуассоновские потоки с интенсивностями λ_1 заданий в секунду (АРМ-1), λ_2 заданий в секунду (АРМ-2), λ_3 заданий в секунду (АРМ-3), а время выполнения задачи в процессоре имеет экспоненциальное распределение с математическим ожиданием μ с. После выполнения в ЭВМ 40 % всех задач обслуживается в АЦПУ, причем распечатка одного листинга занимает $[a \pm \delta]$ с (равномерный закон распределения). В модели фиксируется количество выполненных задач по каждому АРМ в отдельности.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования ЭВМ с сетью АРМ в течение часа.

Первоначальный перечень экспериментов: $n = 10$, $\lambda_1 = 0.05$, $\lambda_2 = 0.04$, $\lambda_3 = 0.01$, $\mu = 9$, $a = 12$, $\delta = 8$.

ЗАДАНИЕ 27. Моделирование процесса функционирования ЭВМ с учетом отказов

Объектом моделирования является ЭВМ, которая обслуживает сеть активных терминалов в мультипрограммном режиме (область памяти разделяется на n блоков). Задачи пользователей поступают на обслуживание в среднем через t с, образуя пуассоновский поток. Время выполнения задачи в процессоре имеет экспоненциальное распределение с математическим ожиданием τ с. Сбои ЭВМ или перегрузка операционной системы (отказы) происходят в среднем через час, а время восстановления имеет равномерное распределение в пределах от a до b мин. В модели фиксиру-

ется количество отказов и предусматривается вывод результатов имитации в конце 1, 2, 3 и 4-го часов работы ЭВМ.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования ЭВМ с учетом отказов в течение 4 ч.

Первоначальный перечень экспериментов: $n = 10$, $t = 10$, $\tau = 9$, $a = 2$, $b = 6$.

ЗАДАНИЕ 28. Моделирование вычислительной системы с разделением времени

Вычислительная система включает центральный процессор и m активных терминалов, обеспечивая режим разделения времени с квантовой дисциплиной обслуживания. В первой группе m_1 терминалов, среднее время обдумывания μ_1 с (экспоненциальное распределение), квант обслуживания t_1 с. Во второй группе m_2 терминалов, среднее время обдумывания μ_2 с (экспоненциальное распределение), квант обслуживания t_2 с. После обслуживания в процессоре 60 % задач возвращаются на терминалы, инициируя формирование новых задач. Остальные задачи поступают в очередь к процессору на повторное обслуживание.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования вычислительной системы в течение часа.

Первоначальный перечень экспериментов: $m = 15$, $m_1 = 3$, $m_2 = 12$, $\mu_1 = 10$, $\mu_2 = 20$, $t_1 = 0.9$, $t_2 = 0.6$.

ЗАДАНИЕ 29. Моделирование однопроцессорной вычислительной системы коллективного пользования

Вычислительная система содержит центральный процессор и m активных терминалов, обеспечивая режим разделения времени с квантовой дисциплиной обслуживания. Времена обдумывания и обслуживания имеют экспоненциальное распределение с математическим ожиданием соответственно μ_1 и μ_2 с. Поступающие в систему задачи обслуживаются в порядке очереди, причем если за квант времени задача не выполняется, то она возвращается в очередь на повторное обслуживание. С вероятностью 0.6 задача решается и переходит в терминальный узел. В остальных случаях задача возвращается в очередь к центральному процессору.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования однопроцессорной вычислительной системы в течение часа.

Первоначальный перечень экспериментов: $m = 12$, $\mu_1 = 10$, $\mu_2 = 0.5$.

ЗАДАНИЕ 30. Моделирование многопроцессорной вычислительной системы коллективного пользования

Вычислительная система содержит три однотипных процессора с общей оперативной памятью и блоки внешней памяти на магнитных дисках. Задачи пользователей образуют пуассоновский поток с интенсивностью λ заданий в секунду, а время решения задачи в каждом процессоре имеет экспоненциальное распределение с математическим ожиданием μ с. Поступающие в систему задачи обслуживаются в порядке очереди без приоритетов. С вероятностью 0.6 задача решается и покидает систему. В остальных случаях задача поступает на обслуживание в блоки внешней памяти и возвращается в очередь на повторное решение (время обслуживания распределено равномерно на интервале $[\alpha \pm \delta]$ с.)

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования многопроцессорной вычислительной системы по результатам имитации n задач.

Первоначальный перечень экспериментов: $\mu = 4$, $\alpha = 5$, $n = 100$, $\delta = 3$, $\lambda = 0.5$.

ЗАДАНИЕ 31. Моделирование сети автоматизированных рабочих мест

Сеть АРМ организована на базе трех персональных ЭВМ, выполняющих функции интеллектуальных терминалов. АРМ имеют доступ к центральной ЭВМ через коммуникационный процессор. На каждом терминале задача формируется в среднем через t с (экспоненциальное распределение), причем на выполнение в центральную ЭВМ идет 25 % задач. Остальные задачи выполняются в автономном режиме. Время обслуживания задачи в коммуникационном процессоре и центральной ЭВМ имеет экспоненциальное распределение с математическим ожиданием μ_1 и μ_2 с. После выполнения в центральной ЭВМ задача возвращается через коммуникационный процессор на соответствующий терминал, инициируя тем самым формирование новой задачи.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования сети АРМ в течение часа.

Первоначальный перечень экспериментов: $t = 10$, $\mu_1 = 1$, $\mu_2 = 12$.

ЗАДАНИЕ 32. Моделирование участка по производству печатных плат

На участке функционируют три технологических модуля, которые производят печатные платы. За смену модуль 1 производит $[a_1 \pm \delta]$ плат

(равномерный закон распределения). Вероятность изготовления качественной платы в модуле 1–0.8, а в модуле 2–0.9 и в модуле 3–0.95. Производительность участка определяется общим числом качественных плат, изготовленных всеми модулями за смену.

Разработать GPSSV-модель для анализа вероятностных характеристик производительности участка по результатам k прогонов модели.

Первоначальный перечень экспериментов: $k = 100$, $a_1 = 125$, $\delta_1 = 25$, $a_2 = 115$, $\delta_2 = 15$, $a_3 = 110$, $\delta_3 = 10$.

ЗАДАНИЕ 33. Моделирование процесса функционирования технологического модуля

Объектом моделирования является технологический модуль (ТМ), который осуществляет параллельную обработку деталей двух типов. Детали типа 1 поступают на ТМ через каждые $a_1 \pm \alpha_1$ с, а детали типа 2 – через каждые $a_2 \pm \alpha_2$ с, образуя общую очередь. Детали типа 1 обрабатываются $b_1 \pm \beta_1$ с, а детали типа 2 – $b_2 \pm \beta_2$ с. Через каждый час осуществляется смена инструмента на обоих станках в течение t с. После окончания обработки детали покидают ТМ, причем фиксируется общее число деталей каждого типа.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования ТМ по результатам имитации одной смены, т. е. 8 ч.

Первоначальный перечень экспериментов: $a_1 = 180$, $\alpha_1 = 60$, $a_2 = 360$, $\alpha_2 = 120$; $b_1 = 180$, $\beta_1 = 180$, $b_2 = 360$, $\beta_2 = 60$; $t = 20$.

ЗАДАНИЕ 34. Моделирование процесса функционирования механического цеха

Объектом моделирования является механический цех, который оборудован тремя универсальными станками для обработки пяти типов деталей. Поступающие в цех детали образуют пуассоновский поток с λ деталей в минуту, а тип деталей в этом потоке задается следующим распределением.

Тип деталей	1	2	3	4	5
p_i	0.1	0.2	0.3	0.35	0.05

Время обработки детали на станке имеет экспоненциальное распределение с математическим ожиданием μ мин. После окончания обработки детали покидают цех, причем фиксируется общее число деталей каждого типа.

Построить GPSSV-модель для анализа процесса функционирования механического цеха по результатам имитации одной смены, т. е. 8 ч.

Первоначальный перечень экспериментов: $\lambda = 0.8$, $\mu = 4$.

ЗАДАНИЕ 35. Моделирование процесса функционирования промышленного робота

Поступающие к роботу изделия образуют пуассоновский поток с λ изделий в секунду, а время обработки изделия составляет t с. Вероятность безотказной работы робота за время обработки изделия равна 0.95. Если робот отказывает, то происходит его восстановление по экспоненциальному закону с математическим ожиданием μ сек. После восстановления робота обработка изделия продолжается, причем фиксируется общее число отказов робота.

Построить GPSSV-модель для анализа процесса функционирования промышленного робота по результатам имитации n изделий.

Первоначальный перечень экспериментов: $\lambda = 0.02$, $t = 45$, $\mu = 180$, $n = 100$.

ЗАДАНИЕ 36. Моделирование процесса функционирования робототехнического комплекса

РТК содержит три технологических модуля: ТМ₁, ТМ₂, ТМ₃. Причем ТМ₁ и ТМ₂ начинают работу одновременно, а ТМ₃ – после завершения первых двух операций. Длительность технологических операций $t_1 = t_2 = 10$ мин, $t_3 = 20$ мин. Вероятности безотказной работы оборудования при выполнении операций и математические ожидания процессов восстановления:

$$p_1 = 0.8, m_1 = 2 \text{ мин};$$

$$p_2 = 0.9, m_2 = 5 \text{ мин};$$

$$p_3 = 0.95, m_3 = 10 \text{ мин}.$$

Разработать GPSSV-модель для анализа временных характеристик РТК по результатам 100 прогонов мебели.

ЗАДАНИЕ 37. Моделирование процесса функционирования участка контроля

Изделия поступают из цеха на контроль через каждые $a \pm \delta$ мин (здесь и далее равномерный закон). Каждый из двух контролеров выполняет свои функции $b \pm \beta$ мин. После контроля примерно 75 % изделий направляется на склад, а остальные – к наладчику для доводки. Наладчик выполняет свои функции $c \pm \gamma$ мин и возвращает изделия на повторный контроль. На участке контроля фиксируется число изделий, направленных на склад и прошедших наладчика. После окончания смены изделия из цеха не поступают, а изделия из очереди обслуживаются контролерами.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования участка контроля в течение смены, т. е. 8 ч.

Первоначальный перечень экспериментов: $a = 5$, $\delta = 2$, $b = 9$, $\beta = 3$, $c = 30$, $\gamma = 10$.

ЗАДАНИЕ 38. Моделирование процессов обслуживания технологического модуля

Технологический модуль содержит m независимо работающих однотипных агрегатов, которые обслуживаются двумя операторами. Агрегат требует обслуживания через каждые $a \pm \alpha$ мин, причем время его обслуживания составляет $b \pm \beta$ мин (равномерный закон). Обслуживание агрегатов осуществляется в порядке очереди без приоритетов. При этом через каждый час один из операторов выполняет наладку оборудования в течение $c \pm \gamma$ мин (равномерный закон).

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса обслуживания технологического модуля в течение смены, т. е. 8 ч.

Первоначальный перечень экспериментов: $m = 10$, $a = 25$, $\alpha = 5$, $b = 3$, $\beta = 1$, $c = 9$, $\gamma = 3$.

ЗАДАНИЕ 39. Моделирование процесса обслуживания коллектива пользователей

Терминалный класс имеет m активных терминалов, которые обслуживает консультант-программист. Пользователь требует обслуживания через каждые 30 ± 10 мин, причем время его обслуживания составляет 3 ± 2 мин. Обслуживание пользователей осуществляется в порядке очереди без приоритетов. Если в системе возникает сбой, то консультант-программист обслуживает пользователя и после этого устраняет сбой. Сбои возникают в системе через каждые $a \pm \alpha$ мин, а время их устранения $b \pm \beta$ мин (равномерный закон распределения).

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса обслуживания коллектива пользователей в течение 8 ч.

Первоначальный перечень экспериментов: $m = 12$, $a = 90$, $\alpha = 30$, $b = 9$, $\beta = 3$.

ЗАДАНИЕ 40. Моделирование процесса циклического обслуживания ЭВМ трех терминалов

ЭВМ обслуживает три терминала по круговому циклическому алгоритму. Каждому терминалу выделяется t с времени, если задание успевает обрабататься, то обслуживание завершается. Если предыдущий этап имеет альтернативный результат, то остаток задания становится в специальную очередь, использующую свободные циклы терминалов, т. е. задача обслуживается, если на каком-либо терминале нет заявок. Интервалы поступления заявок на терминалы составляют $d \pm \Delta d$ и имеют длину $\mu_e \pm \Delta \mu_e$ единиц. Скорость обработки заданий ЭВМ составляет v ед./с.

Разработать GPSSV-модель функционирования ЭВМ. Определить среднюю загрузку ЭВМ, величину цикла терминала, позволяющую избежать образования специальной очереди.

Первоначальный перечень экспериментов: $t = 30$, $d = 20$, $\Delta d = 5$, $\mu_e = 300$, $\Delta \mu_e = 50$, $v = 10$.

ЗАДАНИЕ 41. Моделирование работы вычислительной системы (ВС)

Вычислительная система содержит три ЭВМ, работа которых организована по следующему алгоритму: с интервалом $\mu_i \pm \Delta\mu_i$ с задания поступают в очередь на обработку первой ЭВМ, время обработки составляет t_1 с. После задание поступает одновременно на вторую и третью ЭВМ, время обработки которых соответственно $\mu_2 \pm \Delta\mu_2$ с и $\mu_3 \pm \Delta\mu_3$. Окончание обработки задания на любой ЭВМ означает снятие ее с решения.

Разработать GPSSV-модель работы системы в течение τ ч. Определить необходимую емкость накопителей перед всеми ЭВМ, коэффициенты загрузки ЭВМ и функцию распределения случайного времени обслуживания заданий.

Первоначальный перечень экспериментов: $\mu_1 = 30$, $\Delta\mu_1 = 2$, $t_1 = 30$, $\mu_2 = 14$, $\Delta\mu_2 = 5$, $\mu_3 = 16$, $\Delta\mu_3 = 1$, $\tau = 7$.

ЗАДАНИЕ 42. Моделирование процесса функционирования двухмашинного вычислительного комплекса

На вход двухмашинного вычислительного комплекса (ВК) от внешних абонентов А1, А2, А3 поступают сообщения на обработку. Дисциплина обслуживания – в порядке поступления. Одна ЭВМ обрабатывает только поступающие сообщения с постоянным временем обслуживания (T_1 – для сообщений об абоненте А1, T_2 – для сообщений абонента А2, T_3 – для сообщений абонента А3). Вторая ЭВМ подключается к обработке при количестве сообщений в очереди $q > 5$ и отключается при $q < 3$. Интервалы между моментами поступления сообщений от абонентов равномерно распределены соответственно в интервалах $[a_1, b_1]$, $[a_2, b_2]$, $[a_3, b_3]$. Время обслуживания сообщений второй ЭВМ постоянно и равно τ_1 – для сообщений первого абонента, τ_2 – второго, τ_3 – третьего.

Разработать GPSSV-модель для анализа процесса функционирования двухмашинного комплекса в течение суток. Провести анализ работы вычислительного комплекса.

Первоначальный перечень экспериментов: $a_1 = 7$, $b_1 = 13$, $a_2 = 15$, $b_2 = 25$, $a_3 = 22$, $b_3 = 38$.

ЗАДАНИЕ 43. Моделирование процесса функционирования моечной станции

Моечная станция имеет N мест на стоянке для автомобилей. Если клиенты подъезжают и не застают свободного места для ожидания, они уезжают. Поток автомобилей является пуассоновским с интенсивностью λ . Время мойки автомобиля распределено экспоненциально с интенсивностью μ .

Разработать GPSSV-модель и использовать ее для выбора оптимального числа мест N на стоянке так, чтобы число уехавших машин было минимальным.

Первоначальный перечень экспериментов: $\lambda = 5$ авт/мин, $\mu = 4$ авт/мин, $3 \leq N \leq 7$.