1. **Понятие аналитического моделирования**

Аналитическое моделирование – математическая формализация, изменение свойств объекта во времени. Для аналитического моделирования характерно то, что процессы функционирования элементов системы записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраические, конечно-разностные и т.п.) и логических условий

1. **Понятие имитационного моделирования**

Имитационная модель – универсальное средство исследования сложных систем, представляющее собой логико-алгоритмическое описание поведения отдельных элементов системы и правил их взаимодействия, отображающих последовательность событий, возникающих в моделируемой системе.

1. **Приведите способы исследования аналитической модели**

Аналитическая модель может быть исследована тремя способами:

1) аналитическим способом – стремятся получить в общем виде

зависимость от исходных характеристик;

2) численным способом – когда нельзя решить в общем виде, то получаем

результаты для конкретных начальных данных;

3) качественным способом – не имея решения управления в общем виде,

мы можем найти некоторые свойства решения.

1. **Системы массового обслуживания (СМО). Основные понятия.**

Система массового обслуживания (СМО) – математический (абстрактный) объект, содержащий один или несколько приборов П (каналов), обслуживающих заявки З, поступающие в систему, и накопитель Н, в котором находятся заявки, образующие очередь О и ожидающие обслуживания

1. **Простейший поток событий и его свойства.**

Заявка (требование, запрос, вызов, клиент) – объект, поступающий в СМО и требующий обслуживания в обслуживающем приборе. Совокупность заявок, распределенных во времени, образуют поток заявок. Обслуживающий прибор или просто прибор (устройство, канал, линия) – элемент СМО, функцией которого является обслуживание заявок. В каждый момент времени в приборе на обслуживании может находиться только одна заявка. Обслуживание – задержка заявки на некоторое время в обслуживающем приборе. Длительность обслуживания – время задержки (обслуживания) заявки в приборе. Накопитель (буфер) – совокупность мест для ожидания заявок перед обслуживающим прибором. Количество мест для ожидания определяет ёмкость накопителя. Заявка, поступившая на вход СМО, может находиться в двух состояниях: - в состоянии обслуживания (в приборе); - в состоянии ожидания (в накопителе), если все приборы заняты обслуживанием других заявок. Заявки, находящиеся в накопителе и ожидающие обслуживания, образуют очередь заявок. Количество заявок, ожидающих обслуживания в накопителе, определяет длину очереди. Дисциплина обслуживания – правило выбора заявок из очереди для обслуживания в приборе. Совокупность событий распределенных во времени называется потоком. Если событие заключается в появлении заявок, имеем поток заявок. Основной характеристикой потока заявок является его интенсивность λ – частота появления заявок или среднее число заявок, поступающих в СМО в единицу времени. Величина a = 1/ λ определяет средний интервал времени между двумя последовательными заявками. Длительность обслуживания tобс – время нахождения заявки в приборе – в общем случае величина случайная и описывается функцией или плотностью распределения. В случае неоднородной нагрузки длительности обслуживания заявок разных классов могут различаться законами распределений или только средними значениями. Часто длительность обслуживания заявок предполагается распределенной по экспоненциальному закону, что существенно упрощает аналитические выкладки

1. **Что понимается под характеристикой эффективной работы СМО?**

Характеристики эффективной работы СМО помогают измерить и оценить производительность и эффективность работы системы обслуживания. Некоторые из основных характеристик включают:

1. Пропускная способность (Throughput): Количество задач, которые обслуживаются и завершаются в единицу времени, выраженное, например, в задачах/час или клиентах/минуту.
2. Время ожидания (Waiting Time): Среднее время, которое требуется задаче или клиенту для ожидания своего обслуживания в системе. Это включает время ожидания в очереди и время обслуживания.
3. Число задач в очереди (Queue Length): Среднее количество задач, находящихся в очереди на обслуживание. Это показатель загруженности системы и может быть важным для планирования ее ресурсов.
4. Вероятность отказа (Probability of Rejection): Вероятность того, что задача или клиент будет отклонена и не будет обслужена в системе. Это может быть важным показателем при оценке доступности системы для всех задач или клиентов.
5. Использование ресурсов (Resource utilization): Процент времени, в течение которого ресурсы системы (например, серверы, кассы, оборудование) находятся в использовании. Высокая степень использования обычно является показателем эффективности работы системы обслуживания.

Эти характеристики могут быть измерены как аналитически, с использованием математических формул и моделей, так и имитационно, с помощью программ для моделирования, таких как AnyLogic. Аналитическое моделирование основано на точных математических моделях, а имитационное моделирование использует статистические методы и симуляции для воссоздания работы системы. Оба подхода могут быть полезны для изучения и оптимизации работы СМО и предоставления практических рекомендаций для улучшения ее эффективности.

1. **Что понимается под СМО с отказами?**

СМО с отказами (система массового обслуживания с отказами) - это модель системы массового обслуживания, в которой у клиентов есть вероятность отказа от обслуживания.

В традиционных моделях СМО все поступающие клиенты обслуживаются, если им доступны свободные ресурсы. Однако в реальности могут возникать ситуации, когда некоторым клиентам отказывают в обслуживании из-за различных причин, таких как переполнение системы, отсутствие ресурсов или ограничения по времени.

В СМО с отказами не все клиенты могут быть обслужены из-за ограниченных ресурсов, поэтому отказы становятся частью модели. Это может иметь серьезное влияние на оценку эффективности системы и принятие решений.

1. **Что такое приведенная интенсивность потока?**

Приведенная интенсивность потока - это показатель, используемый в имитационном моделировании для определения скорости прохождения сущностей (таких как пассажиры, транзакции, товары) через систему.

В контексте AnyLogic, программного обеспечения для имитационного моделирования, приведенная интенсивность потока определяется как отношение числа сущностей, прошедших через определенную точку или ресурс, к затраченному на это время. Она позволяет оценить скорость и эффективность протекания процесса или операций в системе.

1. **Расчет показателей эффективности многоканальной СМО с отказами.**

Для расчета показателей эффективности многоканальной СМО с отказами в AnyLogic можно использовать и аналитический, и имитационный подходы. В случае аналитического моделирования можно использовать формулы, основанные на теории массового обслуживания и вероятностных распределениях. В случае имитационного моделирования можно создать компьютерную модель в AnyLogic, в которой задаются параметры и статистические распределения, а затем провести эксперименты, чтобы получить показатели эффективности.

1. **Расчет показателей эффективности одноканальной СМО с отказами.**

Отличия между ними заключаются в следующем:

1. Количество каналов
2. Потери и отказы
3. Расчет показателей эффективности

Таким образом, основные отличия между одноканальной и многоканальной СМО с отказами заключаются в количестве обслуживающих каналов, возможности обслуживать несколько запросов одновременно и способе рассчитывать показатели эффективности обслуживания.

**11. Опишите модели "гибель и размножение" для многоканальной СМО**

**с отказами.**

Модель "гибель и размножение" для многоканальной СМО с отказами является моделью, используемой для анализа систем массового обслуживания (СМО), в которых возможны отказы обслуживающего устройства или канала. В этой модели предполагается, что каждый канал или устройство в СМО может отказать с определенной вероятностью.

Модель состоит из следующих элементов:

1. Входящий поток заявок: Поток заявок поступает в СМО со случайными интервалами и случайными требованиями на обслуживание.
2. Очередь: Заявки, которые не могут быть обработаны сразу, помещаются в очередь для дальнейшего обслуживания.
3. Каналы обслуживания: СМО может иметь несколько параллельных каналов обслуживания. Каждый канал может работать независимо от других и имеет определенную вероятность отказа.
4. Генераторы отказов: Для каждого канала или устройства используется генератор случайных чисел, чтобы моделировать вероятность отказа. Если канал отказывает, заявки, требующие его обслуживания, могут быть перенаправлены на другие доступные каналы или помещены в очередь.
5. Устройства восстановления: Для некоторых типов отказов может быть предусмотрено устройство восстановления, которое возвращает отказавший канал или устройство в работоспособное состояние.

Модель "гибель и размножение" позволяет анализировать производительность СМО с учетом возможных отказов каналов или устройств. С помощью этой модели можно оценить такие показатели, как вероятность отказа системы, среднее время ожидания в очереди и среднее время обслуживания заявок. Это помогает проектировать эффективные системы массового обслуживания с учетом возможных сбоев и обеспечивать высокий уровень обслуживания для клиентов.

**12. Опишите модели "гибель и размножение" для одноканальной СМО с**

**Отказами**