**Агент-ориентированное моделирование**

Это — один из методов имитационного моделирования. В его рамках симулируют поведение автономных агентов (ими могут быть люди, автомобили, животные и др.) и оценивают их влияние на состояние крупной системы. Агентное моделирование применяют для оптимизации логистики, управления трудовыми ресурсами и прогнозирования движения человеческих потоков и не только.

*Пример* – проектирование крупных транспортных узловых объектов с целью оптимизации времени пересадок

*Существенные характеристики практической ситуации:*

Архитектурное предприятие проектирует транспортный узел с высокой нагрузкой в час-пик. При этом нужно добиться максимальной оптимизации времени, затраченного на пересадку (в целом путь к пересадке или выходу из узла). На затраченное время может повлиять количество линий пересадки, текущее время, направление пассажира (к примеру в центр города или из центра), количество пассажиров, а также нужно учитывать, что пассажир может в принципе выйти не на той станции. Ну и самое любимое – ремонт некоторых путей)

*Обоснование применения метода агент-ориентированного моделирования:*

Агент-ориентированное моделирование направлено на симуляцию автономных агентов. Также с его помощью можно оценить влияние агентов на состояние крупной системы. Такой тип моделирования используют для оптимизации логистики, управления трудовыми ресурсами и прогнозирования человеческих потоков (и не только человеческих)

*Общий вид спецификации модели:*

* Определение агентов: Определение сущностей, которые могут действовать независимо и могут взаимодействовать с окружающей средой и другими агентами. У каждого агента есть собственное состояние и свойства, а также определенные стратегии поведения
* Определение среды: Определить пространство, в котором происходит взаимодействие агентов. В данном случае среда будет динамической (ремонт или тех. обслуживание может менять маршруты).
* Определение взаимодействий между агентами и средой: Нужно определить правила, по которым агенты могут взаимодействовать друг с другом или со средой, в которой они находятся.
* Определяем цели: Для каждого агента цели могут быть разными и их стоит задавать случайными значениями. Цели могут быть как конечными, так и долгосрочными.

*Самостоятельное введение дополнительной информации:*

Информация о проведении ремонтных работ.

Информация о планирующихся новых транспортных путей.

Информация о загруженности смежных путей и транспортных узлов

*Итоговая спецификация модели:*

* Определение агентов: Определение сущностей, которые могут действовать независимо и могут взаимодействовать с окружающей средой и другими агентами. У каждого агента есть собственное состояние и свойства, а также определенные стратегии поведения
* Определение среды: Определить пространство, в котором происходит взаимодействие агентов. В данном случае среда будет динамической (ремонт или тех обслуживание может менять маршруты).
* Определение взаимодействий между агентами и средой: Нужно определить правила, по которым агенты могут взаимодействовать друг с другом или со средой, в которой они находятся.
* Определяем цели: Для каждого агента цели могут быть разными и их стоит задавать случайными значениями. Цели могут быть как конечными, так и долгосрочными.
* Определение внешних параметров, которые могут повлиять на систему и поведение агентов

*Выводы:*

Применение метода агент-ориентированного моделирования позволяет симулировать и предсказать пути для их дальнейшей оптимизации. При проектировании путевых узлов это позволяет понять узкие места проекта и начать поиск вариантов решений.

**Метод Монте-Карло**

**Практическая ситуация: Оценка рисков при проектировании нового финансового продукта**

**Существенные характеристики практической ситуации:**

Финансовая компания разрабатывает новый финансовый продукт и необходимо провести оценку рисков, связанных с его внедрением. Риски могут включать в себя колебания процентных ставок, валютные риски, риски дефолта и другие финансовые переменные.

**Обоснование применения метода Монте-Карло:**

Метод Монте-Карло подходит для оценки вероятностей различных сценариев в условиях неопределенности. В данной ситуации, где множество финансовых переменных могут взаимодействовать и колебаться, метод Монте-Карло

позволяет провести большое количество случайных экспериментов и оценить вероятности различных исходов.

**Общий вид спецификации модели:**

- Определение переменных риска: Выбор финансовых переменных, которые могут оказать влияние на производительность нового продукта.

- Моделирование стохастических процессов: Использование стохастических процессов для моделирования изменчивости выбранных переменных.

- Симуляция сценариев: Многократное выполнение случайных симуляций для создания различных финансовых сценариев.

**Самостоятельное введение дополнительной информации:**

Информация о текущем состоянии рынка и финансовых инструментах. Прошлые данные о колебаниях переменных риска. Экономические и финансовые прогнозы на будущее.

**Итоговая спецификация модели:**

- Определение переменных риска: Процентные ставки, валютные курсы, кредитные рейтинги и др.

- Моделирование стохастических процессов: Использование моделей для описания изменчивости каждой переменной.

- Симуляция сценариев: Проведение множества случайных симуляций для оценки вероятностей различных исходов.

**Выводы:**

Применение метода Монте-Карло позволяет финансовой компании получить статистические оценки рисков, связанных с новым финансовым продуктом. Это помогает принимать более информированные решения при проектировании и внедрении продукта, а также управлять финансовыми ожиданиями и рисками.

**Метод дискретно-событийного моделирования:**

Дискретно-событийное моделирование предполагает представление моделируемой системы в виде процесса, то есть последовательности операций, выполняемых с агентами.

Он позволяет точно учесть последовательность событий и их взаимодействия. Метод дискретно-событийного моделирования хорошо подходит для моделирования производственных систем, транспортных систем, очередей и других систем, в которых важны точное время наступления событий и их последовательность.

Представим ситуацию, в которой необходимо оптимизировать процесс работы аэропорта. Рассмотрим конкретный пример - посадку пассажиров на самолет.

*Существенные характеристики практической ситуации:*

- Аэропорт обслуживает несколько рейсов одновременно;

- Время прибытия и вылета различных рейсов разное;

- У пассажиров может быть различное количество багажа;

- Пассажиры проходят через несколько этапов: регистрация на рейс, прохождение паспортного контроля, прохождение досмотра и т.д.;

- Время, которое требуется для прохождения каждого этапа, может варьироваться.

Обоснование применения метода дискретно-событийного моделирования для формализации практической ситуации:

Метод дискретно-событийного моделирования позволяет учесть все возможные варианты событий в системе и их последовательность. В данной ситуации он позволит учесть различные этапы, время их выполнения, а также организовать взаимодействие между ними. Таким образом, модель сможет точно определить проблемные участки процесса и предложить оптимальные пути их решения.

*Общий вид спецификации модели для данного случая:*

- Описание каждого этапа процесса (регистрация, паспортный контроль, досмотр и т.д.);

- Описание времени, требуемого для выполнения каждого этапа;

- Описание возможных взаимодействий между этапами;

- Генерация событий: прибытие рейса, прибытие пассажиров, начало и окончание каждого этапа.

*Самостоятельное введение дополнительной информации для построения модели:*

Можно добавить информацию о количестве доступных регистрационных стоек, количество пассажиров, прибывающих на каждый рейс, а также вероятность наличия у пассажиров дополнительного багажа.

*Итоговая спецификация модели:*

- Описание каждого этапа процесса (регистрация, паспортный контроль, досмотр и т.д.);

- Описание времени, требуемого для выполнения каждого этапа;

- Описание возможных взаимодействий между этапами;

- Генерация событий: прибытие рейса, прибытие пассажиров, начало и окончание каждого этапа;

- Количество доступных регистрационных стоек;

- Количество пассажиров, прибывающих на каждый рейс;

- Вероятность наличия у пассажиров дополнительного багажа.

*Выводы (польза от применения данного метода моделирования):*

Применение метода дискретно-событийного моделирования позволяет определить проблемные участки процесса и предложить оптимальные решения для их устранения.

**Метод моделирования системной динамики**

***Про системную динамику из книжки “anylogic за 3 дня”***

Системная динамика чаще всего используется для разработки долгосрочных стратегических моделей и предполагает высокий уровень агрегации объектов: модели системной динамики рассматривают людей, товары, ресурсы и другие отдельные элементы в количественных терминах.

Системная динамика предоставляет методы изучения динамических систем.

Предполагается, что вы:

* Моделируете систему как закрытую структуру, которая сама определяет собственное поведение.
* Обнаруживаете циклы обратной связи, уравновешивающего или усиливающего типа. Циклы обратной связи занимают центральное место в системной динамике.
* Задаете накопители и потоки, которые на них влияют.

**Накопители** характеризуют состояние системы. Они содержат память системы. Модель работает только с совокупностью объектов: отдельные элементы, содержащиеся в накопителе, не различимы.

**Потоки** представляют интенсивность, с которой меняются эти состояния системы.

Если вам сложно разделить понятия потока и накопителя, представьте, что мы ими измеряем. Накопители обычно используются, чтобы обозначить совокупность людей, уровни запасов, денежные средства или знания, тогда как потоки измеряют количество чего-либо за период времени, например, количество клиентов в месяц или долларов в год*.*

**Пример практической ситуации:** модель распространения инфекционного заболевания среди населения.

**Определение метода:**

Системная динамика – это подход к моделированию, позволяющий изучать и предсказывать динамику сложных систем с помощью компьютерных моделей. Он сосредотачивается на обратных связях, накопителях и потоках, позволяя моделировать и анализировать долгосрочные стратегии и поведение системы.

**Существенные характеристики практической ситуации:**

* Население разделено на группы: здоровые, инфицированные, выздоровевшие или иммунизированные.
* Изменение состояния здоровья населения со временем.
* Влияние факторов, таких как скорость передачи инфекции, эффективность медицинских мер и естественная иммунитетная реакция.

**Обоснование применения данного метода моделирования для формализации практической ситуации:**

Метод системной динамики позволяет анализировать, как различные элементы системы влияют на динамику распространения заболевания во времени. Это идеально подходит для изучения инфекционных заболеваний, где важны такие аспекты, как скорость распространения, влияние медицинских интервенций, и естественные изменения в иммунном ответе населения.

**Общий вид спецификации модели для данного случая:**

Модель будет включать:

* накопители для каждой группы населения (здоровые, инфицированные, выздоровевшие),
* потоки, описывающие переходы между этими группами.
* дополнительно будут учтены факторы, влияющие на скорость передачи инфекции и эффективность лечения.

**Самостоятельное введение дополнительной информации для построения модели:**

Для детализации модели можно включить данные о плотности населения, мобильности населения, доступности и эффективности медицинской помощи, а также о мерах общественного здравоохранения, влияющих на скорость распространения болезни (например, карантинные меры, социальное дистанцирование).

**Итоговая спецификация модели:**

Модель включает накопители для здоровых, инфицированных и выздоровевших населений, потоки для описания переходов между этими состояниями. Дополнительно учитывается мобильность населения, плотность населения, доступность медицинских ресурсов, и меры общественного здравоохранения.

**Выводы (польза от применения данного метода моделирования):**

Применение метода системной динамики позволяет глубоко понять и прогнозировать динамику распространения инфекционных заболеваний среди населения, учитывая множество взаимосвязанных факторов. Это помогает в разработке эффективных стратегий реагирования на здоровье общества, в том числе в оптимизации распределения медицинских ресурсов и планировании мер по общественному здравоохранению.