

ВЕРИФИКАЦИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Верификация модели – есть доказательство утверждений соответствия алгоритма ее функционирования замыслу моделирования и своему назначению. На этапе верификации устанавливается верность логической структуры модели, реализуется комплексная отладка с использованием средств трассировки, ручной имитации, в ходе которой проверяется правильность реализации моделирующего алгоритма. Комплексные процедуры верификации включают неформальные и формальные исследования имитационной программы.

Неформальные процедуры могут состоять из серии проверок следующего типа:

- проверка преобразования информации от входа к выходу;
- трассировка модели на реальном потоке данных (при заданных G и X):

– X изменяется по всему диапазону значений – контролируется Y ;

– можно посмотреть, не будет ли модель давать абсурдные ответы, если ее параметры будут принимать предельные значения;

–«проверка на ожидаемость», когда в модели заменяют стохастические элементы на детерминированные –и др.

Полезные приемы при решении задач верификации:

- обязательное масштабирование временных параметров в зависимости от выбранного шага моделирования (валидация данных);
- валидация по наступлению «событий» в модели и сравнение (если возможно) с реальной системой;
- тестирование модели для критических значений и при наступлении редких событий;
- фиксирование значений для некоторых входных параметров с последующим сравнением выходных результатов с заранее известными данными;
- вариация значениями входных и внутренних параметров модели с последующим сравнительным анализом поведения исследуемой системы;
- реализация повторных прогонов модели с неизменными значениями всех входных параметров;
- оценка фактически полученных в результате моделирования распределений случайных величин и оценок их параметров с априорно заданными значениями;

- сравнение поведения и результатов валидируемой модели с результатами уже существующих моделей, для которых доказана достоверность;
- для существующей реальной исследуемой системы предсказание ее будущего поведения и сравнение прогноза с реальными наблюдениями.

Формальные процедуры связаны с проверкой исходных предположений (выдвинутых на основе опыта, теоретических знаний, интуитивных представлений, на основе имеющейся информации). Общая процедура включает:

- построение ряда гипотез о поведении системы и взаимодействии ее элементов;
- проверка гипотез с помощью статистических тестов: используют методы статистической теории оценивания и проверки гипотез (методы проверки с помощью критериев согласия (χ^2 , Колмогорова-Смирнова, Кокрена и др.); непараметрические проверки и т.д., а также дисперсионный, регрессионный, факторный, спектральный анализы).

ВАЛИДАЦИЯ ДАННЫХ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Валидация данных имитационной модели предполагает исследование свойств имитационной модели, в ходе которого оценивается точность, устойчивость, чувствительность результатов моделирования и другие свойства имитационной

модели. Наиболее существенные процедуры исследования свойств модели:

- оценка точности результатов моделирования;
- оценка устойчивости результатов моделирования;
- оценка чувствительности имитационной модели.

Оценка точности результатов моделирования. Экспериментальная природа имитации требует, чтобы мы учитывали случайную вариацию оценок, получаемых на модели характеристик. В ходе этих испытаний исследователь интересуется выходами модели, прежде всего его интересует:

- какой разброс данных на выходе имитационной модели или точность имитации;
- какие выводы можно сделать по полученным результатам моделирования.

Оценка устойчивости результатов моделирования.

Под устойчивостью результатов имитации будем понимать степень нечувствительности ее к изменению условий моделирования. Универсальной процедуры для такой проверки не существует.

Устойчивость результатов моделирования характеризуется сходимостью контролируемого параметра моделирования к

определенной величине при увеличении времени моделирования варианта сложной системы.

На практике, рекомендуется устойчивость результатов моделирования оценивать дисперсией значений отклика (по выбранной компоненте). Если эта дисперсия при увеличении времени моделирования не увеличивается, значит, результаты моделирования устойчивы. В случае удачной проверки, считается, что модель устойчива по всему вектору выходных переменных.

АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Анализ чувствительности модели определяет оценку влияния колебаний значений входных переменных на отклики (выходные переменные) модели. Необходимо установить, при каком разбросе входных данных сохраняется справедливость основных выводов, сделанных по результатам моделирования.