**ТИТУЛ?? НАДО ЧИТАТЬ – В СИСТЕМЕ ВСЕ СКАЗАНО ОТНОСИТЕЛЬНО ЗАДАНИЯ**

Оглавление

[**Введение** 2](#_Toc54888195)

[**Техническое задание** 4](#_Toc54888196)

[**Глава 1- Теоретическая часть** 6](#_Toc54888197)

[**1.1** **Моделирование: классификация, особенности имитационного и динамического моделирования.** 6](#_Toc54888198)

[1.2 Этапы разработки имитационных моделей: цели, оценка качества, теоретические сведения 10](#_Toc54888199)

[**1.3 Разработка концептуальной модели** 13](#_Toc54888200)

[**1.4 Разработка интерфейса и программная реализация** 16](#_Toc54888201)

[**1.5 Отладка и тестирование** 22](#_Toc54888202)

[1.6 Моделирование объекта исследования 26](#_Toc54888203)

[Вывод 27](#_Toc54888204)

**Введение**

**Актуальность темы.**  Современный этап развития общества сопровождается стремительным ростом объемов данных, которые накапливаются в процессе различной деятельности. Перед отдельными компаниями, большими корпорациями и целыми странами встает задача рационального использования имеющихся данных. **Следовательно**, эти данные представляют собой основу для управленческих методов, которые приобретают особую актуальность в современных быстроменяющихся условиях.

Сегодня, для сбора, хранения и эффективной обработки данных в информационной индустрии быстрыми темпами развивается целое направление, получившее название «хранилище данных». В этой области появился целый ряд коммерческих систем, использующих эту технологию. Для решения практических задач эти данные необходимо преобразовать в информацию. Полезная информация может быть получена только на основе некоторой модели проблемной области, которая использует правильно организованные данные, **исходя из этого**, для эффективного использования накапливаемых данных необходимы адекватные теоретические модели проблемных областей.

**Следовательно**, направление имитационного моделирования процессов развития, которое сочетает в себе использование экспериментальных данных, накапливаемых в процессе функционирования развивающихся систем, и современных теоретических знаний, на сегодняшний момент является менее проработанным и наиболее актуальным направлением исследования сложных систем.

**Объектом исследования** проведенного, в рамках данного курсового проекта, является рассмотрение основных этапов разработки программно реализуемой имитационной модели с системной позиции в рамках каскадной модели жизненного цикла.

**Предметом исследования** является рассмотрение видов математических моделей.

**Цели работы и задачи исследования.** Цель работы - рассмотрение основных этапов разработки имитационных моделей сложных систем с позиции системного подхода в рамках каскадной модели жизненного цикла программного продукта. Поставленная цель определила следующие основные задачи исследования:

1. Проанализировать теоретический материал по теме исследования.

2. Разработка электронного пособия и тестовой программы на языке программирования Visual C++, с целью проверки усвоенного материала по теме «Моделирование» ЧИТАТЬ, ДУМАТЬ КТО БУДЕТ??

3.Оформление кода вопросов №1-№16 в виде функций возвращающей результат ответа.

4. Чтение текста вопроса №1-№16 из текстового файла. КТО СКАЗАЛ?

ЭТОТ ФРАГМЕНТ ОТНОСИТЕЛЬНО ЗАДАЧ СПИСАН У ДРУГИХ. ЗАЧЕМ??

ПРАВДА, Я ДУМАЮ, ЧТО ЭТО ТЫ ВЫЛОЖИЛА В СЕТЬ, А ДРУГИЕ СПИСАЛИ. ТОГДА ВСЕ РАВНО ВОПРОСЫ К ТЕБЕ ОСТАЮТСЯ

**Методы исследования.** Для решения поставленных задач были использованы как экспериментальные, так и теоретические методы исследования. Теоретическую основу исследования составили труды в области моделирования Лыгина Н.И., Лауферман О.В.

**Техническое задание**

**ЗДЕСЬ И ДАЛЕЕ НАДО ЧИТАТЬ ГОСТ В ЧАСТИ ОФОРМЛЕНИЯ ЗАГОЛОВКОВ**

1.1 Основание для разработки

Программный продукт разработан в соответствии с заданием, полученным от кафедры «Информатика» Московского технического университета связи и информатики, и утвержденное научным руководителем доцентом кафедры «Информатика» К.П.Н. Гуриковым С.Р. Дата утверждения: 2 октября 2020 года.

1.2 Назначение разработки.

Программный продукт предназначен для ознакомления с основными теоретическими положениями по теме курсовой работы «Моделирование» и для проверки знаний пользователя по представленному материалу.

1.3 Требование к программному изделию

1.3.1 Требование к функциональным характеристикам

Разработанный программный продукт должен обеспечить выполнение следующих функций:

* возможность ознакомления с теоретической частью по теме курсовой работы «Моделирование»;
* возможность вывода результатов исследования для пользователя.

1.3.2 Требование к надежности

Разработанное программное обеспечение должно иметь:

* устойчивую работу в соответствии с алгоритмом функционирования;
* выдавать сообщение об ошибках;
* поддерживать диалоговый режим в рамках предоставляемых пользователю решений;
* парольную защиту при запуске программы;
* защиту от несанкционированного копирования;

1.3.3 Требование к составу и параметрам технических средств

Минимальные и рекомендуемые системные требования для ПК:

* процессор с тактовой частотой не ниже 1,8 ГГц;
* объем оперативной памяти минимум 2 Гб;
* дискретный видеоадаптер;
* объем свободного дискового пространства;
* чтение компакт-диска.

1.3.4 Требование к информационной и программной совместимости

Программа должна легко устанавливаться, функционировать и корректно работать при наличии следующего программного обеспечения:

- Операционная система Windows 10;

- База данных Amazon RDS???

1.3.5 Требование к транспортированию и хранению

Программа предоставляется на флеш-карте. Программная документация предоставляется в электронном и печатном виде.

* 1. Требование к программной документации

В ходе разработки программы должны быть подготовлены: текст и описание программы, методика испытаний, руководство пользователя.

* 1. Стадии и этапы разработки

Таблица 1- Стадии разработки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № этапа | Название этапа | Срок выполнения | Отчетность |
| 1 | Утверждение темы курсовой работы | 02.10.2020 | Выбрана тема |
| 2 | Написание Введения | 15.10.2020 | Определены актуальность, цели и задачи курсового проекта |
| 3 | Составление технического задания и написание теоретической части курсового проекта | 30.10.2020 | Подготовлены техническое задание и 1 глава |

ЗДЕСЬ ВСЕ, КАК И У НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ СТУДЕНТОВ ГРУППЫ, ПОЭТОМУ РАЗБИРАЙТЕСЬ И ЗАЙМИТЕСЬ ЧТЕНИЕМ ГОСТ

Я НЕ СОБИРАЮСЬ РАЗБИРАТЬСЯ КТО И У КОГО СПИСЫВАЛ

**Глава 1- Теоретическая часть**

**ЗДЕСЬ И ДАЛЕЕ НАДО ЧИТАТЬ ГОСТ В ЧАСТИ ОФОРМЛЕНИЯ ЗАГОЛОВКОВ**

1. **Моделирование: классификация, особенности имитационного и динамического моделирования.**

Классификация видов моделирования

Классификация видов моделирования дает возможность выбрать метод моделирования в зависимости от характеристик исследуемого объекта. Процесс функционирования объекта исследования и соответственно вид моделирования может быть:

* детерминированным (моделируемый процесс описывается определенной функциональной зависимостью) или стохастическим (моделируемый процесс описывается случайной зависимостью);
* динамическим (моделируемый процесс описывается во времени) или статическим (моделируемый процесс описывается в определенный момент времени);
* непрерывным (характеристики моделируемого процесса могут принимать любые значения из некоторого интервала) или дискретным (характеристики моделируемого процесса могут принимать только целые значения из некоторого интервала);

По форме представления объекта исследования выделяют мысленное и реальное моделирование. Математическое моделирование, рассматриваемое в данной работе относят к мысленному моделированию.

Особенности и цели имитационного моделирования

Имитационная модель дает возможность оценить эффективность различных принципов управления объектом исследования, сравнить по эффективности различные варианты структуры объекта, определить степень влияния изменений параметров и начальных условий имитации на поведение объекта.

Имитационная модель является алгоритмической моделью. Алгоритмические модели сочетают в своей структуре традиционные математические формы описания процессов с логическими процедурами.

Данная модель реализует некоторый алгоритм, который воспроизводит процесс функционирования объекта во времени, причем имитируют элементарные явления, составляющие суть процесса, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени.

Имитационную модель целесообразно использовать, если:

* принимают решения в сложных ситуациях или исследуют сложный объект;
* невозможно провести натурный эксперимент с реальным объектом;
* анализируют стратегическое управление объектом;
* не разработан аналитический аппарат для решения поставленной задачи.

К особенностям сложных объектов относят наличие большого числа элементов в объекте, сложный характер связей между элементами в объекте, необходимость учета взаимодействия объекта с окружающей средой и воздействия случайных факторов.

Отнесение какого-либо объекта к ряду сложных или простых систем в основном определяется особенностями поставленной проблемы или вопроса. **Таким образом,** один и тот же объект в зависимости от целей его исследования может быть отнесен к сложным или простым объектам.

К недостатками имитационного моделирования относят:

* высокий уровень временных и материальных затрат на разработку имитационной модели объекта;
* объективную сложность проверки правильности работы имитационной модели;
* получение только частных решений по результатам моделирующего эксперимента.

Ценность имитационной модели определяется тем, что с ее помощью можно исследовать новые для объекта режимы работы, которые предполагаются в использовании в будущем, последствия которых не очевидны.

Имитационная модель объекта дает возможность рассчитывать показатели эффективности функционирования объекта исследования при изменении режимов его функционирования.

Особенности и цели динамического моделирования

Данный метод имитационного моделирования предназначен для изучения сложных динамических систем с нелинейными обратными связями. Основой рассматриваемого метода является концепция системной динамики, связанная с моделированием систем на высоком уровне агрегирования. При этом не описываются отдельные элементы систем.

Системно-динамическая модель создается на основе ментальной модели и является способом структуризации экспертного знания о проблеме. **Как правило,** при исследовании такого класса систем имеет место низкий уровень точности исходных данных.

Особенностью моделирования является то, что акцент делается на управленческом аспекте. **При этом,** полученные решения ориентированы на понимание поведения системы, а не получение точных оценок. Решения носят качественный характер.

**В итоге** математической основой методов системной динамики являются дифференциальные модели. При составлении дифференциальных моделей производят выбор переменных состояния и устанавливают связи между этими переменными в виде функций уравнений.

**Как правило,** сформулировать такие зависимости только с использованием переменных состояния бывает сложно. Более продуктивным является подход, основанный на детальном описании цепочек причинно-следственных связей между факторами, отображаемых в модели, с помощью переменных состояния.

В таблице 1 описаны атрибуты характеристик качества программно реализуемых математических моделей.

Таблица 1- Атрибуты характеристик качества программно реализуемых математических моделей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характе-ристика качества | Набор атрибутов | Комментарий |
| Функцио-нальные возмож-ности | Правильность: соответствие в пределах заданной точности результатов расчета показателей эффективности объекта исследования с помощью программной модели значениям показателей, полученных на основе статистических данных | Соответствие концептуальной модели описательной модели объекта исследования |
| Надеж-ность | Способность программного обеспечения сохранять свой уровень качества функционирования при установленных условиях за определенный период времени | Обеспечение правильного расчета для объектов исследования, структура и параметры которых соответствуют определенным требованиям |
| Практич-ность | Понятность, простота в использовании | Соответствие пользовательского интерфейса требованиям качества |
| Окончание таблицы 1 | | |
| Эффектив-ность | Набор атрибутов, относящихся к соотношению между уровнем качества функционирования программного обеспечения и объемов используемых ресурсов при установленных условиях | Специальные требования не устанавливаются |

## 1.2 Этапы разработки имитационных моделей: цели, оценка качества, теоретические сведения

Процесс последовательной разработки имитационных моделей начинается с создания простой модели, которая постепенно усложняется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к результату разрешения некоторой проблемы.

В каждом цикле имитационного моделирования можно выделить следующие этапы:

* формулировка проблемы ( описание исследуемой проблемы и определение целей исследования);
* разработка модели (логико-математическое описание моделируемой системы в соответствии с формулировкой проблемы);
* разработка концептуальной модели;
* формализация построенной концептуальной модели;
* подготовка данных (включает идентификацию, спецификацию и сбор данных);
* трансляция модели (перевод модели со специальных имитационных языков на язык программирования);
* валидация (это оценка требуемой точности и адекватности имитационной модели);
* постановка экспериментов (предполагает прогон программы имитационной модели на ЭВМ для получения выходных данных или результатов, позволяющих оценить адекватность построенной модели);
* анализ результатов(предполагает рассмотрение и изучение результатов имитационного эксперимента для подготовки выводов о возможности применения имитационной модели для решения некоторой проблемы);
* реализация и документирование.

Цели обучающегося уметь:

* составлять описательную модель процессов функционирования объекта исследования в терминах конкретной предметной области;
* определять границы объекта исследования;
* разрабатывать схему и диаграмму, описывающие структуру и процесс функционирования объекта исследования;
* определять показатели функционирования объекта исследования и его характеристики в соответствии с целями моделирования;
* строить систему уравнений для расчета показателей функционирования объекта исследования.

Оценка качества работы на данном этапе проектирования зависит от полноты системного описания исследования в терминах предметной области и качества перехода к формализованному описанию объекта в терминах имитационного моделирования:

* определены границы объекта исследования;
* определены показатели функционирования объекта исследования и его характеристики в соответствии с целями моделирования;
* представлены схема и временная диаграмма, описывающие структуру и процесс функционирования объекта исследования.

Декомпозиция как способ системного анализа используется для структуризации целей, проблем, противоречий, стратегий, решений и ряда других задач функционально-структурного подхода к анализу существующих систем или синтезу новых систем.

Анализ процессов формулирования основной цели в сложной системе показывает, что эта цель, **как правило**, имеет высокий уровень общности, при этом возникает проблема неоднозначности понимания основной цели всеми участниками проектных работ. Эта проблема может быть решена за счет представления упорядоченного набора взаимосвязанных подцелей, делающих основную цель понятной для разных исполнителей.

Построение «дерева целей» осуществляется для формализованного отображения процесса распределения целей по уровням управления в объекте. Посредством «дерева целей» описывается их состав, взаимосвязь, упорядоченная иерархия, для чего осуществляется последовательная декомпозиция общей цели на подцели по следующим правилам:

* общая цель, находящаяся в вершине «дерева», представляет собой описание конечного результата;
* при декомпозиции общей цели используют условия: реализация подцелей каждого последующего уровня является необходимым и достаточным условием достижения цели предыдущего уровня;
* при формулировке целей разных уровней необходим описывать желаемые результаты, но не способы их получения;
* подцели каждого уровня должны быть независимыми друг от друга и не выводимыми друг из друга;
* нижний уровень «дерева целей» должны составлять задачи, представляющие собой формулировку действий, которые могут быть выполнены определенным способом и в заранее установленные сроки.

Любая цель отражает точку зрения субъекта целеполагания, **как правило,** она зависит от знания и понимания реальности субъектом целеполагания и направлена на удовлетворение его конкретной жизненной потребности.

Если цель является неконкретной, то необходимо вводить критерии для оценки степени достижения цели.

Трудности целеполагания связаны с объективными и субъективными ограничениями в объекте, изменением целей с течением времени, неопределенностью целеполагания, опасностями подмены целей средствами, смещением целей.

Прежде чем формулировать окончательную цель, необходимо провести исследование решаемой проблемы. В частности, продуктивно расширить проблему до проблематики: определить и рассмотреть проблемы, существенно связанные с исследуемой проблемой, без учета которых она не может быть решена.

Качественно сформулированные цели конкретны, измеримы, достижимы, согласованы, приемлемы, гибки.

Для подтверждения правильности получаемых результатов необходимо сравнить полученные с помощью имитационной модели показатели со значениями этих же показателей, полученных из других источников.

Например, можно выполнить «ручной» расчет показателей для двух-трех заявок, а в случае наличия статистических данных, полученных в ходе наблюдения за процессами функционирования объекта исследования, можно рассчитать показатели эффективности по статистическим данным.

**1.3 Разработка концептуальной модели**

Концептуальная модель объекта исследования спроектирована качественно, если:

* представлена схема иерархии программных модулей- структура программной модели;
* описаны структуры данных;
* представлены обобщенные или детализированные блок-схемы алгоритмов в зависимости от назначения и сложности;
* описаны все функции.

Пример 1. Концептуальная модель по принципу «особых состояний»

Задание: разработать Q-схему для объекта исследования, представляющую собой станок с буфером. Детали на станок поступают в среднем один раз за 0,25ч при экспоненциальном законе распределения. Детали обрабатываются в порядке их поступления. Время обработки равномерно распределено на интервале [0,2ч, 0,8ч]. Детали, обработанные на станке, направляют в другие отделы цеха и считают покинувшими рассматриваемую систему. Станок имеет буфер, в котором только одна деталь может ожидать очереди на обработку. Если в момент прихода детали в систему буфер занят, то деталь откладывается и считается необработанной. Определить среднее число обработанных и не обработанных деталей, среднее время простоя станка, среднее время ожидания деталями обработки, среднее время обработки детали.

Концептуальная модель в виде блок-схемы алгоритма имитационного моделирования процесса функционирования объекта исследования по принципу «особых состояний» представлена на рисунке 1.

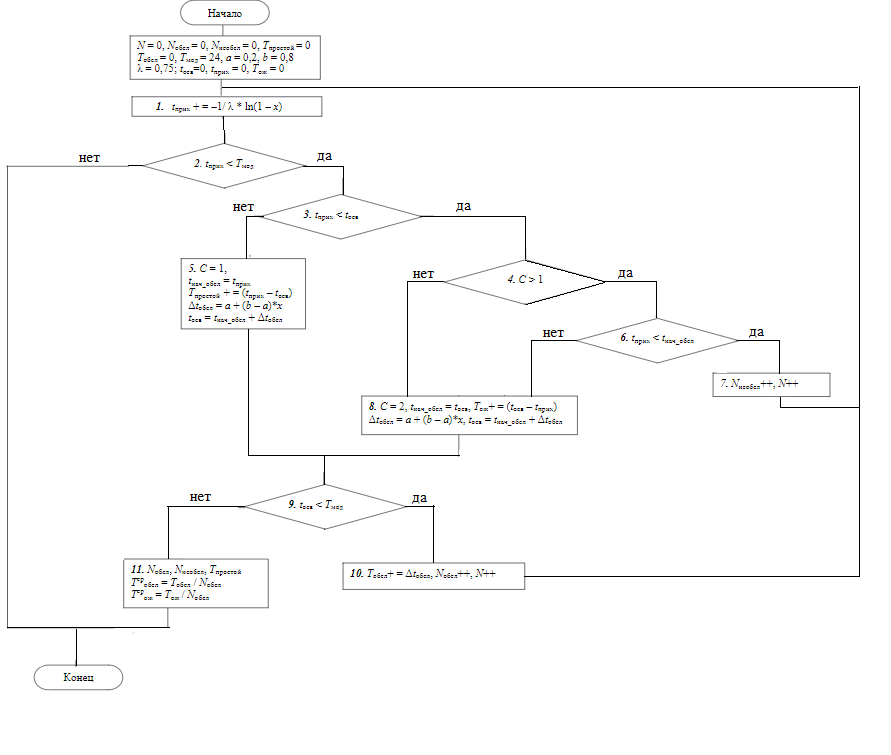


Рисунок 1-Блок-схема алгоритма расчета показателей эффективности объекта исследования.

Система уравнений динамической модели исследования представлена в формуле 1.

(1)

**Следует отметить**, что это не единственный вариант представления системы уравнений динамической модели объекта исследования.

Продуктивные приемы:

* концептуальная модель должна соответствовать описательной модели объекта исследования, т.е. все выделены ситуации процесса функционирования объекта должны быть реализованы в алгоритме, что определяет правильность имитационной модели;
* основными выходными данными концептуальной модели являются показатели эффективности функционирования объекта исследования;
* ситуации случайного выбора, например, свободного канала обслуживания, характеристик пришедшей заявки и т.д. решают с помощью правила выбора «по жребию»

**1.4 Разработка интерфейса и программная реализация**

В таблице 2 показано соответствие целей обучающегося требованиям профессиональных стандартов на данном этапе.

Таблица 2-Соответствие целей обучающегося требованиям профессиональных стандартов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Обобщенная трудовая функция*  Выполнение работ и управление работами по созданию и сопровождению информационной системы, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы | | |
| *Трудовые функции*   * проектирование интерфейса по концепции спроектированной части интерфейса; * формальная оценка интерфейса; * проектирование и дизайн информационной системы. | | |
| *Трудовые действия:*   * проектирование интерфейса согласно требованиям концепции интерфейса; * описание логики работы элементов интерфейса, их взаимосвязей; * экспертная оценка интерфейса; * разработка структуры программного кода ИС | | *Цели обучающегося уметь:*   * разрабатывать пользовательский интерфейс для работы с моделями объектов;   кодировать заданную последовательность действий на одном из языков структурного и визуального программирования |
| *Необходимые умения:*   * создавать интерактивные прототипы интерфейса;   разрабатывать и оформлять | *Необходимые знания:*   * системы оценки эргономических качеств интерфейса; |

Окончание таблицы 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| проектную документацию на интерфейс;   * производить экспертную оценку интерфейса;   кодировать на языках программирования | * предметная область автоматизации; * современные структурные языки программирования; * инструменты и методы верификации структуры программного кода. | * проверять соответствие кода программного продукта спроектированным алгоритмам и структурам данных. |

Оценка качества пользовательского интерфейса складывается из оценки качества условий работы и качества дизайна интерфейса. **Ниже представлены** две анкеты для оценки условий работы пользователя и дизайна интерфейса.

Для оценки качества условий работы можно использовать анкету, представленную в таблице 3

Таблица 3- Оценка качества условий работы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Характеристика | Оценка | |
| 1 | Использование программной модели в работе позволит выполнять задачи быстрее | 0 1 2 3 4 5 6 | |
| 2 | Начать работу было легко: я не столкнулся с существенными трудностями | 0 1 2 3 4 5 6 | |
| 3 | Для меня будет просто стать продвинутым в использовании программной модели | 0 1 2 3 4 5 6 | |
| 4 | Во время выполнения тестовых заданий я ошибался | 0 1 2 3 4 5 6 | |
| Окончание таблицы 3 | | | |
| № | Характеристика | | Оценка |
| 5 | Программная модель работает достаточно быстро | 0 1 2 3 4 5 6 | |
| 6 | Мне нравится внешний вид интерфейса | 0 1 2 3 4 5 6 | |
| 7 | Программную модель можно легко настроить под мои нужды | 0 1 2 3 4 5 6 | |
| 8 | В любой момент я понимал, что должен сделать дальше | 0 1 2 3 4 5 6 | |
| 9 | Программная модель дает сообщения об ошибках, которые ясно говорят мне, как исправлять проблемы | 0 1 2 3 4 5 6 | |

При заполнении анкеты нужно отметить степень выраженности характеристик, которые присущи интерфейсу, пользуясь шкалой от 0 до 6.

Если при оценке интерфейс «получил» менее 80% баллов, то это свидетельствует о том, что есть существенные недостатки в разработанном интерфейсе. **Следует отметить,** что это частично связано с недостатками функционирования имитационной модели.

Для оценки качества дизайна пользовательского интерфейса можно использовать анкету, представленную в таблице 4

Таблица 4- Оценка качества дизайна пользовательского интерфейса

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Характеристика | Оценка |
| 1 | Выделена цветом важная информация |  |
| 2 | Выделены и озаглавлены группы элементов |  |
| 3 | Элементы объединены в группы по назначению |  |

Окончание таблицы 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Характеристика | Оценка |
| 4 | Количество групп на одной вкладке не превышает 7 ± 2 | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 5 | Приведены единицы измерения входных и выходных данных | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 6 | Использованные термины соответствуют предметной области | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 7 | Использованы общепринятые обозначения | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 8 | Количество групп на одной вкладке не превышает 7 ± 2 | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 9 | Использован один масштаб | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 10 | Использовано не более 2 разных стилей представления информации | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 11 | Имеются комментарии на диаграммах | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 12 | Имеется базовый вариант исходных данных | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 13 | Предусмотрены диагностические сообщения, если начальное значение параметра не задано | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 14 | Определен границы задаваемых параметров | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 15 | Заданы стандартные формы ввода/вывода | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 16 | Выделены области ввода/вывода | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 17 | Использовано выравнивание названий параметров и полей ввода/вывода | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 18 | Оставлено в 25% свободного пространства | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 19 | Использован один способ выравнивания | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 20 | Способы выравнивания сочетаются | 0 1 2 3 4 5 6 |
| 21 | Командные кнопки размещены на общепринятых местах | 0 1 2 3 4 5 6 |

Анкета заполняется аналогично анкете в таблице 3

Представленные в анкете характеристики можно разделить на группы в зависимости от функционального назначения: первая группа определяет качество представления информации (1–11), вторая группа обеспечивает корректный ввод/вывод данных (12–15), третья группа задает взаимное расположение элементов в группе или в окне (16–21).

Категории оценки дизайна пользовательского интерфейса имитационной модели следующие:

* если доля баллов при оценке качества интерфейса составляет более 85 % от максимально возможной оценки, т.е. более 107 баллов из 126, то разработанный интерфейс в значительной мере удовлетворяет требованиям качества. Тем не менее можно улучшить интерфейс, проанализировав, например, три характеристики, получившие наименьшие баллы. Возможно, что затратив минимум усилий, можно улучшить некоторые характеристики интерфейса;
* если доля баллов при оценке качества интерфейса составляет от 65 до 84% от максимально возможной оценки, т.е. от 80 баллов до 106, то разработанный интерфейс в целом удовлетворяет требованиям качества. Можно улучшить интерфейс, проанализировав, например, шесть характеристик, получивших наименьшие баллы. Если есть несколько характеристик, принадлежащих к одной группе, то следует направить усилия на улучшение этих характеристик, что может значительно повысить качество интерфейса;
* если доля баллов при оценке качества интерфейса составляет менее 80 баллов, то разработанный интерфейс требует существенной доработки. Можно улучшить интерфейс, проанализировав, например, девять характеристик, получивших наименьшие баллы. Если есть несколько характеристик, принадлежащих к одной группе, то следует направить усилия на улучшение этих характеристик.

**1.5 Отладка и тестирование**

В таблице 5 показано соответствие целей обучающегося требованиям профессиональных стандартов

Таблица 5-Соответствие целей обучающегося требованиям профессиональных стандартов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Обобщенные трудовые функции:*   * подготовка тестовых данных и выполнение тестовых процедур; * разработка тестовых случаев, проведение тестирования и исследование результатов. | | |
| *Трудовые функции:*   * выполнение процесса тестирования; * регистрация дефектов в системе контроля; * анализ результатов тестирования; * предоставление результатов тестирования руководителю группы . | | |
| *Трудовые действия:*   * выполнение тестовых процедур на тестовых данных; * сравнение фактического и ожидаемого результата; * выполнение тестовых сценариев, выявивших дефекты * подготовка отчета о выполненных действиях. | | *Цели обучающегося уметь:*   * обнаруживать, исправлять и документировать программные ошибки; * разрабатывать и отлаживать программные продукты в различных средах разработки   *Знать:*  Технологию создания приложений с использованием языков программирования высокого уровня |
| *Необходимые умения:*   * способность выполнять алгоритм без отклонений; | *Необходимые знания*:   * основы теории алгоритмов, основы дискретной математики; |

Окончание таблицы 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| * описать дефект; * составлять отчет по выполнению рабочего задания; * работать в команде с другими специалистами по тестированию и разработчиками | * основы программирования; * жизненный цикл программного обеспечения, жизненный цикл дефекта; * техники тестирования. |  |

Оценка результатов выполненной работы на данном этапе зависит от качества интерпретации результатов выполнения тестов, определяющих правильность и точность работы имитационной модели. Документирование результатов тестирования программной модели для каждого спроектированного набора тестовых данных предполагает:

* описание фактических результатов расчета с помощью программной модели;
* анализ результатов сравнения ожидаемых и фактических результатов;
* представление выводов о правильности и точности работы программного продукта;
* описание в случае обнаружения ошибки внесенных изменений в программную модель и результатов повторного тестирования.

Качество имитационной модели, определяющее возможность ее использования для исследования объекта моделирования, определяется ее адекватностью, устойчивостью и чувствительностью.

Под адекватностью имитационной модели понимают степень соответствия модели объекту исследования. Модель всегда отражает только часть характеристик, свойств, процессов объекта исследования, важных для получения ответа на возникшие вопросы или выявленные проблемы в объекте.

Валидация представляет собой процесс определения точности представления имитационной моделью объекта исследования для конкретных целей.

Процесс установления адекватности имитационной модели заключается в сравнении результатов расчета с помощью модели с такими же данными, полученными в реальном объекте или другим методом.

Результаты расчета имитационной модели без подтвержденной адекватности нельзя использовать для принятия решений.

Одним из способов проверки адекватности имитационной модели является анализ экспертами в предметной области результатов расчетов имитационной модели данных, полученных от реального объекта. Если эксперты, не зная истинные источники данных, оценят результаты имитационной модели как полученные от реального объекта, то считается, что имитационная модель адекватна объекту исследования.

Еще одной проверкой адекватности имитационной модели является определение ее прогностических возможностей в случае, если процессы в объекте исследования развиваются во времени.

Для проверки адекватности имитационной модели объекту исследования нередко используют процедуру верификации, которая представляет собой проверку правильности программной реализации концептуальной модели. В процессе верификации используют следующие приемы:

* проверка корректности результатов на «крайние» значения;
* сравнение результатов аналитического расчета с результатами расчетов с помощью имитационной модели;
* использование имитационного следа, представляющего собой детальную распечатку изменений параметров и переменных имитационной модели в течение определенного времени в каждый момент приращения времени;
* документирование программной модели и проверка лицом, не существующим в разработке модели;
* проверка по анимации.

Хотя верификация и валидация концептуально различны, обычно они проводятся одновременно.

Задача исследования имитационной модели на чувствительность выходных данных к изменениям параметров и структуры модели возникает в связи с необходимостью отбирать изменяемые параметры модели при планировании экспериментов. Выявление параметров, оказывающих незначительное влияние на выходные данные, упрощает планы экспериментов с имитационной моделью и сокращает время проведения экспериментов.

Оценку на чувствительность проводят для каждого параметра имитационной модели, для чего:

* выполняют два модельных эксперимента при минимальном и максимальном значении исследуемого параметра;
* вычисляют относительное приращение исследуемого параметра и наблюдаемой выходной величины.

**Таким образом,** для каждого параметра модели определяют пару значений, характеризующих чувствительность имитационной модели к изменению данного параметра. При планировании модельных экспериментов больше работают с наиболее «влиятельными» параметрами модели.

## 1.6 Моделирование объекта исследования

Оценка результатов работы на данном этапе определяется объемом выполненных экспериментов и качеством их анализа:

* представлены в графической форме полученные зависимости показателей эффективности функционирования объекта исследования от параметров имитационной модели;
* представлены в табличной форме рассчитанные количественные значения показателей эффективности функционирования объекта исследования и соответствующих им изменяемых параметров имитационной модели;
* приведена в текстовой форме интерпретация полученных зависимостей.

Предметный характер проводимых модельных экспериментов зависит от вопросов, на которые нужно найти ответ с помощью разработанной имитационной модели. При описании результатов влияния параметров объекта исследования на показатели эффективности рекомендуется представить одни и те же результаты в графической и табличной форме.

При анализе полученных зависимостей важно объяснить характер зависимости, наличие локальных экстремумов или отсутствие изменения показателей эффективности.

В динамической модели необходимо при интерпретации выходных данных перейти от модельного времени в шагах к реальному времени объекта исследования. Для определения степени соответствия смоделированы и наблюдаемых на практике временных рядов можно использовать следующие характеристики: число точек экстремума, распределение точек экстремума во времени, амплитуду возмущений на одних и тех же временных отрезках, средние значения переменных, одновременность экстремальных точек для различных переменных, точное совпадение значений переменных.

Имитационное моделирование позволяет осуществлять многократные испытания с определенными входными данными с целью определения их влияния на выходные критерии оценки работы объекта исследования.

При проведении модельных экспериментов используют методы теории планирования экспериментов. В этом подходе все переменные модели принято делить на две группы: факторы и реакции. В результате экспериментов с имитационной моделью объекта исследования определяют влияние факторов на реакции.

Различают стратегическое и тактическое планирование эксперимента. Последовательность этапов стратегического планирования эксперимента состоит в построении в начале структурной модели плана, а затем соответствующей функциональной модели. Структурная модель определяет число факторов и количество их уровней для экспериментов. Функциональная модель включает в себя из числа элементов эксперимента только те, которые могут быть реализованы с учетом ограничения на машинные ресурсы. Увеличение числа факторов и их уровней приводит к резкому увеличению объема прогонов имитационной модели.

# Вывод

В вышеизложенном материале были затронуты темы: классификации моделирования; особенностей имитационного и динамического моделирования; разработки концептуальной модели, отладки и тестирования имитационной модели. Имитационное моделирование позволяет учесть максимально возможное число факторов внешней среды для поддержки принятия управленческих решений и является наиболее мощным средством анализа инвестиционных рисков. Необходимость его применения в отечественной финансовой практике обусловлена особенностями российского рынка, характеризующегося зависимостью от внеэкономических факторов и высокой степенью неопределенности.

ВЫВОД ДЕЛАЕТСЯ ПО ЗАДАЧАМ, УКАЗАННЫМ ВО ВВЕДЕНИИ. КАКАЯ ЗАДАЧА РЕАЛИЗОВАНА, ПРО НЕЕ И ГОВОРИТЕ

# Список используемых источников

* + - 1. Электронно-библиотечная система IPR BOOKS [Электронный ресурс]. URL: http://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=98717 Дата обращения (25. 10. 2020). Режим доступа: корпоративная подписка. Текст: электронный.
      2. ЭТО ССЫЛКА?? НЕТ
      3. ГОСТ 7.32 – 2001. Издания. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. [Текст] - Введен ГОСТ 7.32-91; введ. 2006. – Минск: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М. : Изд-во стандартов, сор. 2001. – 3 с. – (система стандартов по информации библиотечному и издательскому делу).
      4. ГОСТ р 7.0.100 – 2018. Издания. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. Введ. 2018-12-03. – Москва: Стандартинформ; - (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).