

ЗАДАЧИ ВИЗУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВУНАПРАВЛЕННЫМ ДВИЖЕНИЕМ СУДОВ ПО ВНУТРЕННИМ ВОДНЫМ ПУТЯМ В ШЛЮЗОВОЙ СУДОПРОПУСКНОЙ СИСТЕМЕ

Д. А. Башков, О. Ю. Лукомская

Одной из ключевых проблем в области движения водного транспорта является обеспечение бесперебойного и бесконфликтного двуправленного прохождения транспортных средств (ТРС) по внутренним водным путям.

Безопасность судоходства в современных условиях во многом определяется наличием у судоводителей навигационной и диспетчерской информации в реальном масштабе времени. Однако большой объем информации, поступающей на диспетчерский пункт, не позволяет провести анализ и обработку в режиме реального времени без автоматизированной системы [1]. Для координации процессов планирования и анализа диспетчерской информации была предложена в работе [2] модель системы планирования и регулирования транспортного процесса (ТП) на внутренних водных путях (СПиРТВВп). В статье [3] представлена программа, реализованная в среде Delphi7, основные расчеты в которой выполнены в соответствии с модельным обеспечением [2] на примере прохождения судов по Волго-Донскому судоходному каналу.

В рамках разработанной программы осталась задача визуализации ТП посредством создания динамической картинки движения судов по внутренним водным путям со шлюзами.

Структура программы визуализации

На рис. 1 представлена структура имитационной программы ТП.

Данная структура состоит из следующих компонентов:

Входные данные – набор данных, служащих для подготовки начального этапа моделирования и визуализации, они представляют собой нечто вроде «предыстории» системы, которую предстоит моделировать и визуализировать;

Модель – данные, служащие для расчета поведения (реакции) системы в процессе ее управления, и с учетом влияния внешних воздействий. Как правило, модель представляет собой набор математических формул и логических структур;

Внешние воздействия – данные, формируемые уже во время процесса моделирования и визуализации и служащие для имитации поведения системы в реальной ситуации. Они могут задаваться пользователем или же формироваться на основе определенного закона распределения случайным образом;

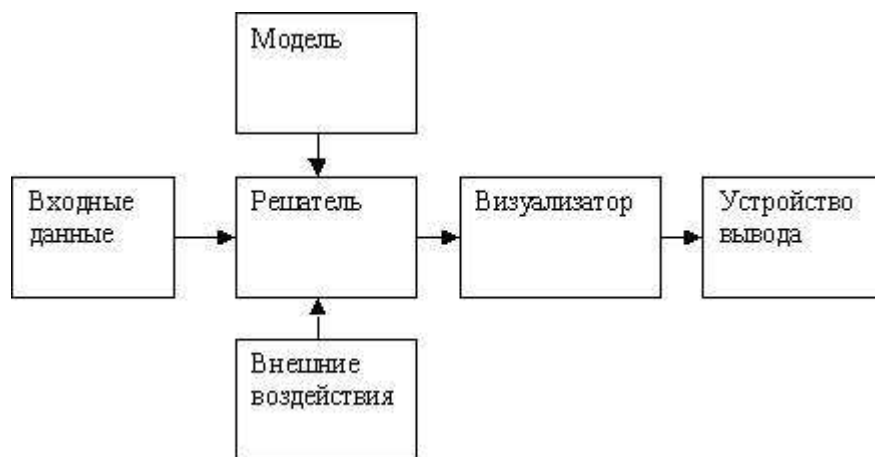


Рис. 1

Решатель – собственно алгоритм, который на основе полученной информации: о входных данных и внешних воздействиях, используя модель системы, рассчитывает ее поведение в моделируемом временном пространстве (в отдельных случаях требуется, чтобы течение времени соответствовало реальному). Полученные в процессе решения результаты, отражающие поведение системы и ее отдельных элементов (в нашем случае – судов), такие как координаты и скорости, служат основной информацией для визуализации поведения системы;

Визуализатор – алгоритм, который на основе полученных данных от решателя формирует данные для графического отображения системы;

Устройство вывода – техническое устройство графического отображения динамики системы (монитор компьютера).

Задачи имитационного моделирования

Основными задачами, стоящими перед разработчиком системы моделирования и визуализации процесса судопропуска в шлюзовых системах, являются следующие:

- 1) преобразование непрерывных метрических характеристик трассы в конечные численные характеристики графических объектов;
- 2) обеспечение перемещения судов по экрану монитора с различными скоростями;
- 3) размещение на экране большого количества судов;
- 4) синхронизация перемещений;
- 5) информативное отображение транспортного процесса с учетом того факта, что трасса судопропуска не может быть отображена полностью ввиду ограниченного пространства экрана.

Предлагаются следующие пути решения этих задач.

Задача 1. Преобразование непрерывных метрических характеристик трассы в дискретные. Прежде всего, на основе расчета необходимо определить две важные константы системы моделирования:

T_d – минимальный квант времени;

L_d – минимальный квант расстояния.

Минимальный квант времени – это промежуток времени, между которым происходят все процессы в системе. Ни один значимый процесс в системе не может происходить за время меньшее, чем этот квант, иначе он становится мгновенным. Основанием для расчета такого кванта времени являются: скорости перемещения судов и скорости процессов шлюзования (в отдельных случаях, если мы хотим представить процесс шлюзования более детализовано, то следует разбить его на отдельные этапы и определить этап, длящийся меньше всего).

Минимальный квант расстояния – это длина, менее которой не может быть размер ни одного значимого объекта в системе, иначе такой объект станет безразмерным (материальной точкой). Основанием для расчета такого кванта являются метрические характеристики трассы судопропуска, судов и технических сооружений шлюза.

На основании этих данных необходимо определить два основных кванта. При этом квант расстояния мы отождествим с одним пикселем на экране монитора, а квант времени – одной итерацией циклического процесса расчета координат.

Приведем *пример* такого расчета:

Пусть минимальный размер судна, участвующего в процессе, – 10 м, минимальная скорость движения судна – 2 км/ч, минимальное время шлюзования (процесс шлюзования мы считаем неделимым на стадии) – 30 мин, длина трассы судопропуска – 15 км, минимальная длина шлюза от входного до выходного тракта – 100 м, реальное вре-

мя исполнения вычислительной системой одной итерации циклического процесса – 0,03 с.

На основании этих данных выберем $T_d = 1$ с, $L_d = 1$ м, следовательно, будем иметь следующие параметры отображения для системы:

– длина трассы судопропуска займет – 15000 пикселей (при разрешении экрана 1024x768 пикселей вся трасса займет 15 полных экранов);

– минимальная длина иллюза – 100 пикселей;

– минимальная длина судна – 10 пикселей;

Итак, перемещение судна со скоростью 2 км/ч на расстояние 100 м займет 5,4 с.

Задача 2. Перемещение судов с различными скоростями. Различие в скорости судов обеспечивается следующим образом: судно, движущееся со скоростью V проходит за T_d расстояние $S = V \cdot T_d$, и если выполняется условие $S < L_d$, то судно по окончании цикла остается на месте. Перемещение судна таким образом будет происходить в моменты времени:

$$T[n] \cdot V = k \cdot L_d,$$

где $T[n]$ – отсчеты времени системы, во время которой происходит перемещение, k – количество пройденных пикселей.

Задача 3. Размещение на экране большого количества судов. Все суда в информационной модели системы моделирования представляются в виде массива характеристик каждого судна:

$$F = \{ f_i(x, t, u) \} - \text{множество судов};$$

где x – координата судна, t – время нахождения судна в системе, u – скорость судна. Моделирующая программа будет обрабатывать данный массив и последовательно размещать на экране изображения всех входящих в него судов.

Задача 4. Синхронизация перемещений. Размещение судов на трассе, описанное в предыдущем пункте производится за один цикл визуализации. В следующем цикле системное время смещается на один отсчет времени $T[n]$. Таким образом, время, используемое для расчетов координат и скоростей судов, будет единым для всего массива судов.

Задача 5. Информативное отображение транспортного процесса. Решение данной задачи возлагается на пользовательский интерфейс. Для моделирующей программы были приняты следующие решения:

1. На экране представлена часть трассы, на которой условно обозначены суда, размер которых достаточно удобен для восприятия.

2. Пользователь может вручную менять участок отображаемой трассы путем перемещения элемента интерфейса – «ползунка».

3. Пользователь может включить режим непрерывного слежения за конкретным судном.

Программа визуализации транспортного процесса

Программа создается и функционирует внутри моделирующей среды (LabView7).

Графический интерфейс программы представлен на рис. 2.

Основной вкладкой программы является вкладка «Моделирование», представленная на рис. 2. На данной вкладке пользователь может видеть ход транспортного процесса, приостанавливать и завершать его.

Ход транспортного процесса отображается в окне моделирования (белого цвета), на котором схематически показаны суда и шлюзы. В данном окне представлена только часть трассы судопропуска. Чтобы наблюдать за всей трассой, пользователь может воспользоваться ползунком «Положение на трассе». Кроме этого имеется режим «Слежение», при котором судно постоянно остается на экране, а трасса перемещается.

Область рабочего окна с названием «Информация о судне» позволяет выбрать текущее судно и получить необходимую информацию о нем. При включенном режиме «Слежение» на экране будет отображаться выбранное судно.

Остальные вкладки носят информативный характер и содержат сведения о судах и трассах, расписание движения транспортных средств.

Достоинства данного метода заключаются в том, что не требуется специальных знаний для создания подобной программы; процесс создания, отладки и визуализации более прост и нагляден.

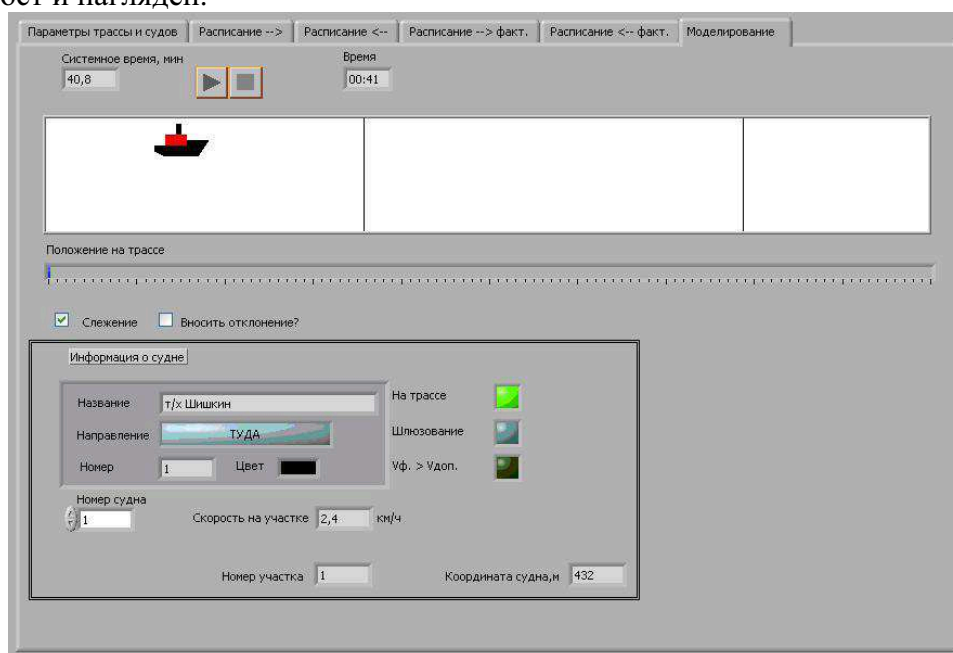


Рис. 2

Недостатками подобного метода можно назвать низкое быстродействие и необходимость постоянного наличия программной среды (LabView7).

Литература

1. **Белый О. В., Кокаев О. Г., Попов С. А.** Архитектура и методология транспортных систем. СПб.: Элмор, 2002.
2. **Лукомская О. Ю.** Планирование оперативного управления транспортным процессом на внутренних водных путях // Изв. ГЭТУ. Вып. 1. Автоматизация и управление. СПб., 2006. С. 28–33.
3. **Лукомская О. Ю.** Система информационной поддержки планирования и регулирования транспортного процесса на внутренних водных путях // Изв. ГЭТУ. Вып. 1. Электротехника и автоматика. СПб., 2007. С. 16–20.