

Однако в данном случае капитальные затраты на существующую технологию отсутствуют, а новая технология только одна, поэтому возможно использование упрощенной формулы

$$\tilde{N}_j = \sum_{k=1}^{K_m} \tilde{N}_k^{\text{сáдi}} t_k^{\text{дáá}} ; j = \overline{1, J} . \quad (13)$$

Предложенная система показателей и разработанные зависимости их расчета позволяют оценить эффективность предлагаемой новой автоматизированной технологии создания компонентов ИЛО, а также капитальных затрат, использованных на создание этой технологии.

Таково основное содержание базовых составляющих методики оценки эффективности применения САПР информационно-лингвистического обеспечения автоматизированной системы управления.

Литература:

1. Семенов М. И., Трубин И. Т., Лойко В. И., Барановская Т. П. Автоматизированные информационные технологии в экономике. – М.: Финансы и статистика, 2001. 416 с.

Волгин П.Н.

Учреждение российской академии наук Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН)

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ МОРСКОЙ ОБСТАНОВКИ

Аннотация. Рассматриваются роль и место метода имитационного моделирования с использованием современных геоинформационных систем в интересах повышения обоснованности и эффективности принимаемых решений при организации функционирования систем мониторинга и контроля морской обстановки, решающих в том числе и задачи прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Определяется необходимость и возможность использования геоинформационных технологий при разработке имитационных моделей. Показано, что применение геоинформационных технологий позволяет существенно расширить возможности моделирования процессов мониторинга и контроля при решении проблемы гармонизации, интеграции и слияния данных, а также снизить затраты по исследованию этих процессов.

Введение

Процессы, реализуемые сложными пространственно-распределенными динамическими системами, к которым относятся системы мониторинга и контроля морской обстановки и морской деятельности, также носят сложный, динамичный, как правило, случайный и масштабный характер.

При организации функционирования подобных систем, управлении ими, их проектировании и создании возникает проблема обоснованности и эффективности принимаемых решений. При этом важнейшими особенностями, характерными для условий принятия решения, и, прежде всего, в сфере мониторинга и контроля за морской обстановкой и морской деятельностью, является острый дефицит времени, необходимость тесного взаимодействия с другими информационными системами, а, зачастую, и наличие активной противоборствующей (конкурирующей) стороны.

Применение для обоснования решений, планов и для управления процессом их реализации существующих методов объективной оценки способно значительно повысить эффективность и качество функционирования организационно-технических систем [1]. При этом может осуществляться как оценка различных параметров, связанных с реализуемым системой процессом, так и оценка влияния всего процесса, отдельных его составляющих и внешних условий на качество решения системой собственных ей задач.

В современных условиях в качестве одного из основных методов исследования подобных закономерностей широкое распространение получило математическое моделирование. Реальные процессы и системы, как правило, исследуют с помощью двух типов математических моделей: аналитических и имитационных [2]. В аналитических моделях поведение реальных процессов и систем задается в виде явных функциональных зависимостей (уравнений линейных или нелинейных, дифференциальных или интегральных, систем этих уравнений). Однако получить эти зависимости удается только для сравнительно простых реальных процессов и систем. Когда явления сложны, многообразны, динамичны, исследователю приходится идти на их упрощенные представления. Именно поэтому для исследования и выявления закономерностей присущих процессу мониторинга и контроля за морской обстановкой и морской деятельностью прибегают к использованию имитационного моделирования. Для имитационного моделирования структурно-функциональную модель необходимо дополнить параметрами, данными, описывающими детали функционирования системы в пространстве и во времени на основе логико-математической формы представления имеющихся взаимосвязей и взаимозависимостей.

В основу разработки имитационной модели системы мониторинга и контроля за морской обстановкой могут быть положены следующие действия:

- рассмотрение и представление реального процесса функционирования системы мониторинга и контроля в виде совокупности элементарных составляющих: явлений, мероприятий, действий, подсистем и их отдельных элементов, реализующих эти явления, мероприятия и действия;

- необходимый анализ условий, в которых функционирует система мониторинга и контроля;

– математическое описание на основе логико-математической интерпретации совокупности выявленных элементарных составляющих и условий с учетом пространственно-временной их взаимозависимости и взаимосвязи;

- компьютерная реализация математической модели.

Совместное функционирование совокупности элементарных составляющих и условий описывается набором взаимосвязанных алгоритмов и соответствующих программных модулей, которые имитируют элементарные составляющие с сохранением их логической структуры и пространственно-временной последовательности реализации.

Условно имитационную модель системы мониторинга и контроля за морской обстановкой, реализованную на компьютере, можно представить в виде действующих, программно реализованных модулей. На рис. 1 в обобщенном виде показана возможная структура имитационной модели в составе:

модуля имитации пространственно-временной динамики поведения объектов, формирующего реализации случайных или детерминированных процессов, имитирующих поведение объектов в пространстве и во времени;

модуля имитации работы средств, установленных на объектах, формирующего реализации случайных или детерминированных процессов, имитирующих работу средств;

модуля имитации условий функционирования моделируемой системы, формирующего по случайной или детерминированной схеме внешние условия (среду), влияющие на процессы поведения объектов и на результаты функционирования установленных на объектах средств;

модуля обработки результатов имитационного моделирования предназначенного для получения результирующих (локальных и глобальных) информативных характеристик исследуемой системы,

поведения входящих в неё подсистем, объектов и результатов функционирования средств, установленных на объектах;

модуля визуализации процесса имитационного моделирования, осуществляющего на основе использования геоинформационных технологий необходимую степень детализации отображения результатов функционирования системы, составляющих её объектов и установленных на объектах средств;

ГИС (геоинформационная система), используемая в качестве источника исходной информации о среде, для реализации пространственно-временной интеграции данных, описывающих поведение объекта и функционирование установленных на объектах средств, для визуализации результатов имитационного моделирования.

модуля управления процессом имитационного моделирования, реализующего способ исследования имитируемой системы и автоматизирующего процесс имитационного моделирования и проведения имитационного эксперимента.

Совместное функционирование элементарных явлений, подсистем и их составляющих, описывающих функционирование системы мониторинга и контроля морской обстановки предусматривает реализацию процессов добывания, сбора, обработку, передачу, отображение и выдачу различным потребителям значительного объема информационных ресурсов, которые необходимо обрабатывать одновременно. Основу каждого ресурса составляет определенная модель данных или так называемый формат представления данных, как правило, характерный для каждого вида обрабатываемой или передаваемой информации. Проблема заключается в том, что существующие форматы данных и основанные на них ресурсы не обеспечивают, за исключением специальных случаев, всех информационных потребностей системы мониторинга и контроля морской обстановки для анализа обстановки и принятия решений. Таким образом,

возникает необходимость группирования на концептуальном уровне возможной совокупности информации. Для решения этой проблемы выделяются группы данных: гармонизированные, интегрированные и слитые данные.

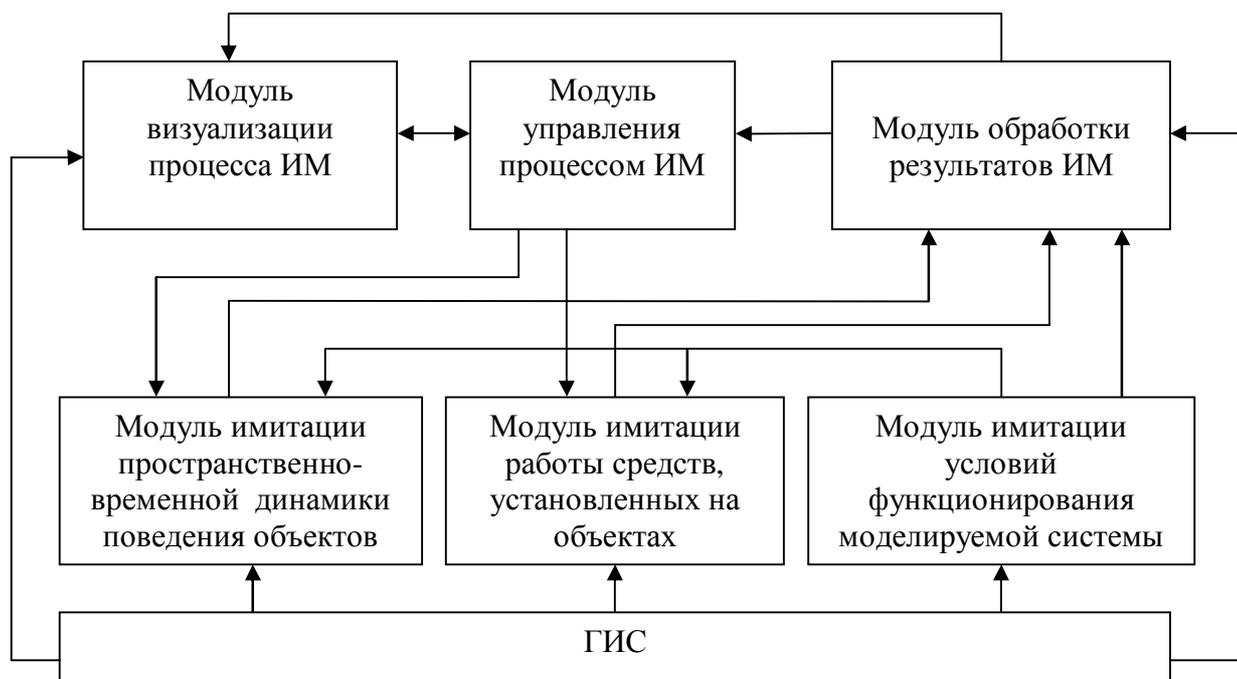


Рис. 1. Обобщенная структура имитационной модели системы мониторинга и контроля морской обстановки

Под гармонизацией информации принято понимать определенную стандартизацию данных, обеспечивающую доступ к большому числу источников, базам, хранилищам данных, а также преобразование информации в удобный для конечного пользователя или приложений формат. Результат гармонизации информации - её ориентация на большое количество пользователей.

Интеграция информации - это объединение данных (обеспечение доступа к источникам информации) для решения и моделирования определенного класса текущих задач.

Слияние данных определяет достижение нового качества - сокращение объема обрабатываемой и передаваемой информации.

Слияние данных обеспечивается путем применения способов и инструментов агрегации данных.

Качественное решение проблемы гармонизации, интеграции и слияние данных в разрабатываемых имитационных моделях может быть обеспечена на основе использования геоинформационных технологий [4]. Важными возможностями, предоставляемыми геоинформационной системой (ГИС) в составе имитационной модели, являются пространственная и временная интеграция используемых данных, а также необходимый уровень визуализации имитируемого процесса.

Современное имитационное моделирование представляет собой численный метод проведения на ЭВМ вычислительных экспериментов с математическими моделями, имитирующими поведение реальных объектов, процессов и систем во времени в течение заданного периода. При этом функционирование реальных процессов и систем разбивается на элементарные составляющие: явления, подсистемы и элементарны этих подсистем. Функционирование этих элементарных составляющих описывается набором взаимосвязанных алгоритмов, которые имитируют их с сохранением логической структуры и последовательности во времени и пространстве. Указывая, что данная модель имитационная, обычно подчеркивают, что в отличие от других типов абстрактных моделей, в этой модели сохранены и легко узнаваемы такие черты моделируемого объекта, как структура, связи между компонентами, способ получения и передачи информации и т.д. С имитационными моделями также обычно связывают и требование иллюстрации их поведения с помощью принятых в данной прикладной области, графических образов.

С учетом вышеизложенного, в качестве имитационной модели рассматривается специальная форма математической модели, в которой:

декомпозиция системы на компоненты производится с учетом структуры проектируемой или изучаемой системы (объекта), а также условий в которых функционирует система (объект);

в качестве законов поведения, могут использоваться экспериментальные данные, полученные в результате натуральных экспериментов;

для группирования на концептуальном уровне возможной совокупности обрабатываемой информации выделяются группы данных: гармонизированные, интегрированные и слитые данные;

поведение системы во времени и пространстве иллюстрируется заданными динамическими образами;

для пространственно-временной интеграции данных и визуализации процесса моделирования применяются современные геоинформационные технологии.

Имитационное моделирование с использованием современных информационных технологий (геоинформационных систем, объектно-ориентированного моделирования, системы онтологий и т.п.) является одним из наиболее мощных средств исследования, в частности, сложных пространственно распределенных динамических систем. Как и любое компьютерное моделирование, оно дает возможность проводить вычислительные эксперименты с еще только проектируемыми системами и изучать системы, натурные эксперименты с которыми из-за соображений безопасности или дороговизны не целесообразны. В тоже время, благодаря своей близости по форме к физическому моделированию, это метод исследования доступен более широкому кругу пользователей.

Важной особенностью современных имитационных моделей является использование в их составе в качестве пространственной информационной основы, обеспечивающей реализацию пространственно-временной интеграции данных, геоинформационные системы. ГИС может

встраиваться в состав имитационной модели, либо использоваться имитационной моделью (наряду с другими математическими моделями), как одной из основных подсистем, входящей в состав программного комплекса. ГИС обеспечивает сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распределение пространственных данных [4]. При этом в интересах имитационного моделирования сложных пространственно-распределенных систем геоинформационная система, прежде всего, может использоваться:

как источник исходной информации о среде, хранящейся в географически привязанных базах данных (БД),

для пространственной ориентации имитируемых элементов исследуемой системы;

для наглядной пространственной интерпретации и визуализации в динамике наступления событий имитируемого процесса;

для отображения результатов имитационного моделирования.

Выводы

Имитационное моделирование является одним из наиболее широко используемых методов при решении задач анализа и синтеза процессов и систем мониторинга морской обстановки, в интересах их организации и управления ими.

Важную роль при разработке моделей подобных процессов и систем играют современные геоинформационные технологии.

Применение имитационного моделирования позволяет исследовать объекты, реальные эксперименты над которыми затруднены или невозможны (дорого, опасно для здоровья, однократные процессы, невозможные из-за физических или временных ограничений – находятся далеко, еще или уже не существуют и т.п.).