

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 519.876.5

Бурак
Тимофей Игоревич

Методика, алгоритмы и программное обеспечение
моделирования сложных эко-биологических систем

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-40 80 03 Вычислительные машины и системы

Научный руководитель
Татур Михаил Михайлович
Доктор технических наук, профессор

Минск 2015г.

ВВЕДЕНИЕ

Научное знание направлено на изучение различных объектов и процессов окружающего нас мира. Одним из способов изучения является исследование поведения и анализ полученных данных. Однако на практике исследование поведения некоторых объектов является затруднительным или невозможным. В этом случае используется моделирование – метод научного исследования, при котором строится и изучается модель объекта, и полученные знания переносятся на реальный объект.

Компьютерное моделирование, как область научной и инженерной деятельности, связана с теорией и практикой вычислительного эксперимента. Сложные динамические системы представляют собой особый вид математических моделей, а компьютерное моделирование – это современная форма математического моделирования, представляющая собой новый инструмент и новые технологии познания объектов.

Разработка универсального алгоритма для моделирования экологических и биологических систем позволит упростить задачу построения модели сложных динамических систем, а также предоставит средства для их моделирования. Моделирование может быть применено для оценки состояния системы через некоторый промежуток времени, для анализа поведения системы без влияния внешних факторов либо для оценки степени влияния того или иного фактора на поведение системы.

Целью данной работы является разработка программного средства, которое позволит пользователю наиболее быстро и просто описать экобиологическую модель любой сложности, а так же выполнить процесс моделирования и получить результаты в удобной для дальнейшего анализа форме. Для этого в первую очередь необходимо разработать алгоритм моделирования, который будет учитывать особенности биологических систем. Кроме того, целью данной работы является разработка универсальной методики моделирования, согласно которой пользователь сможет выполнить необходимые исследования экобиологических систем с использованием разработанного программного средства.

Разработкой данной тематики также уделяют внимание белорусские исследователи. Однако в настоящее время в Республике Беларусь нет подобных прикладных систем такого направления, более того, нет серьезных научных предпосылок для их создания. Таким образом, развитие теории построения прикладных систем моделирования для анализа процессов в сложных системах является актуальной научной проблемой.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью данной магистерской работы является разработка методики, алгоритма и программного обеспечения для моделирования сложных экобиологических систем. Алгоритм должен учитывать специфику биологических систем. Методика моделирования и алгоритм должны быть универсальными, то есть позволять работать с биологическими системами различного вида и сложности.

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие задачи исследования: проанализировать существующие подходы к моделированию сложных динамических систем и биологических систем, разработать алгоритм описания модели и выполнения моделирования, реализовать программное средство на базе разработанного алгоритма, описать методику моделирования и выполнить тестирование полученной системы моделирования на примере реальной экобиологической системы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Основная часть исследования разделена на четыре главы. В первой главе производится анализ разработанности темы исследования и дается оценка современного состояния решаемой задачи. Также проанализированы известные подходы к моделированию динамических систем и определены специфические требования к моделированию биологических систем.

Во второй главе описывается разработанный алгоритм моделирования. Описание состоит из двух частей: алгоритм представления системы как иерархической структуры компонентов и алгоритм выполнения процесса моделирования.

Третья глава содержит описание интерфейса разработанного в рамках исследования программного средства. Программный интерфейс разделен на две части: интерфейс для описания структуры модели и интерфейс для настройки и выполнения моделирования.

В четвертой главе описывается методика проведения моделирования на примере экобиологической модели города. В первой части подробно описан анализ реальной системы и процесс описания её модели. Далее приводится методика корректировки параметров модели на примере данных для города Минск. В конце главы приводятся результаты моделирования после корректировки, а также дается краткий анализ полученных результатов.

В заключении дается краткая характеристика проделанной работы, а также делается вывод о достижении поставленных целей исследования. Также выделяются основные направления дальнейшего развития исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе описан алгоритм моделирования сложных динамических систем, основой которого является системный подход Джея Форрестера. Разработанный алгоритм учитывает специфику экологических и биологических систем, а именно нелинейность законов взаимодействия компонентов системы. Для этого используется механизм обратных связей. Кроме того, данный алгоритм подходит для работы с другими типами систем, например энергетическими, а так же для работы со смешанными системами.

Также в рамках данной работы реализовано программное средство в виде динамической библиотеки на языке C#, предоставляющее пользователю интерфейс для описания модели и настроек моделирования. Результат работы программного средства представляет собой отчет о выполненном моделировании, и сохраняется в удобной для пользователя форме: в базе данных, файле Microsoft Excel, либо выводится на консоль. Также предусмотрена возможность определения пользователем собственного способа представления информации о результатах моделирования.

Разработанная методика моделирования описывает последовательность действий, которые необходимо выполнить для построения модели, и служит руководством для пользователей разработанного программного средства.

На базе разработанного программного обеспечения и методики моделирования была описана и реализована экобиологическая модель города. Данная модель концентрирует внимание на экологическом (уровень загрязнения атмосферы) и биологическом (население и уровень растительности) состоянии города, а также включает в себя энергетическую и индустриальную составляющую для более точного описания происходящих внутри системы процессов.

Для тестирования модели были использованы реальные данные города Минск. Результаты моделирования показали, что в ближайшее время население продолжит увеличиваться, и вместе с тем продолжит ухудшаться экологическая ситуация в городе. Около 2067 года наступит переломный момент, когда загрязнения атмосферы приведут к тому, что смертность в городе превысит рождаемость и население города начнет резко сокращаться. В долгосрочной перспективе экобиологическая система города переходит в состояние равномерного колебания уровня загрязнения атмосферы и численности населения с периодом около 340 лет. Таким образом, разработанная модель может быть использована для анализа экологического и биологического состояния города, а также для получения прогнозных значений ключевых характеристик системы.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1-А.] Бурак Т.И. Компьютерное моделирование динамических систем / Бурак Т.И., Кернога А.Л. // Новые информационные технологии и системы. Материалы VI Международной Интернет-конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Инновационные технологии: теория, инструменты, практика» (InnoTech 2014), 1-30 ноября 2014.

Библиотека БГУИР