

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КУРСОВЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ» У ОБУЧАЮЩИХСЯ ЗАОЧНОГО ФАКУЛЬТЕТА**

*Ренат Марселевич Сафин*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся, тел. (913)736-57-68, e-mail: tanernifas@mail.ru

*Петр Юрьевич Бугаков*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53, e-mail: peter-bugakov@ya.ru

Проект направлен на создание программного обеспечения, необходимого для проведения курсовых работ по дисциплине «Моделирование систем» у обучающихся заочного факультета. Также разработанную программу планируется использовать в учебном процессе в качестве демонстрационной модели на лекционных и практических занятиях по данной дисциплине.

**Ключевые слова:** учебный процесс, курсовая работа, программное обеспечение, демонстрационная модель, проектная деятельность.

## **DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR CONDUCTING COURSE WORKS IN DISCIPLINE «MODELING SYSTEMS» BY PART-TIME STUDENTS CORRESPONDING FACULTY**

*Renat M. Safin*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (913)736-57-68, e-mail: tanernifas@mail.ru

*Petr Yu. Bugakov*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Applied Informatics and Information Systems, phone: (383)343-18-53, e-mail: peter-bugakov@yandex.ru

The project is aimed at creating the software necessary for the course work on the discipline "Modeling of systems" for part-time students of the correspondence faculty. Also, the developed program is planned to be used in the educational process as a demonstration model for lectures and practical classes in this discipline.

**Key words:** educational process, course work, software, demonstration model, project activities.

В настоящее время при написании курсовой работы по дисциплине «Моделирование систем» обучающимися заочного факультета по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» используется компьютерная программа СКНИС (Система контроля наземных инженерных сооружений).

Данное программное обеспечение было создано в 2009 году на основе методики контроля пространственно-временного состояния техногенных объектов (ПВС ТО) [1], работа над которой велась и ведется до сих пор на кафедре Прикладной информатики и информационных систем. За это время методика претерпела ряд усовершенствований [2–8], однако программное обеспечение модернизации не подвергалось. В связи с этим было решено разработать компьютерную программу с учетом последних изменений научно-методического аппарата, предназначенную для выполнения вычислительных экспериментов над информационной моделью техногенного объекта с целью определения его пространственно-временного состояния. Программу планируется использовать для развития навыков обучающихся в области тестирования компьютерных моделей методом черного ящика, а также в качестве наглядного пособия на лекционных и практических занятиях по дисциплине «Моделирование систем».

Целью данного проекта является разработка программного обеспечения для проведения курсовых работ по дисциплине «Моделирование систем» у обучающихся заочного факультета.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- провести анализ образовательного процесса по дисциплине «Моделирование систем» у обучающихся заочного факультета и составить спецификацию требований к разрабатываемому программному обеспечению;
- разработать программное обеспечение с удобным пользовательским интерфейсом;
- выполнить тестирование готового программного обеспечения.

Проведя анализ образовательного процесса по дисциплине «Моделирование систем» у обучающихся заочного факультета можно сделать вывод, что созданная программа должна обеспечивать:

- оперативную загрузку таблиц с исходными данными;
- табличное и графическое представление вычисленных результатов;
- прямой доступ к инструкции по работе с программой;
- работу с учебно-методическими материалами по дисциплине «Моделирование систем».

Для создания программного обеспечения была выбрана среда программирования Embarcadero C++ Builder [9, 10], обладающая развитыми инструментами для работы с базами данных, таблицами и графиками.

Главная форма приложения показана на рис. 1. Пользовательский интерфейс представлен вкладками:

- Инструкция;
- Загрузка данных;
- Система
- Блок;
- Подблок;
- Марка;
- Методические материалы.

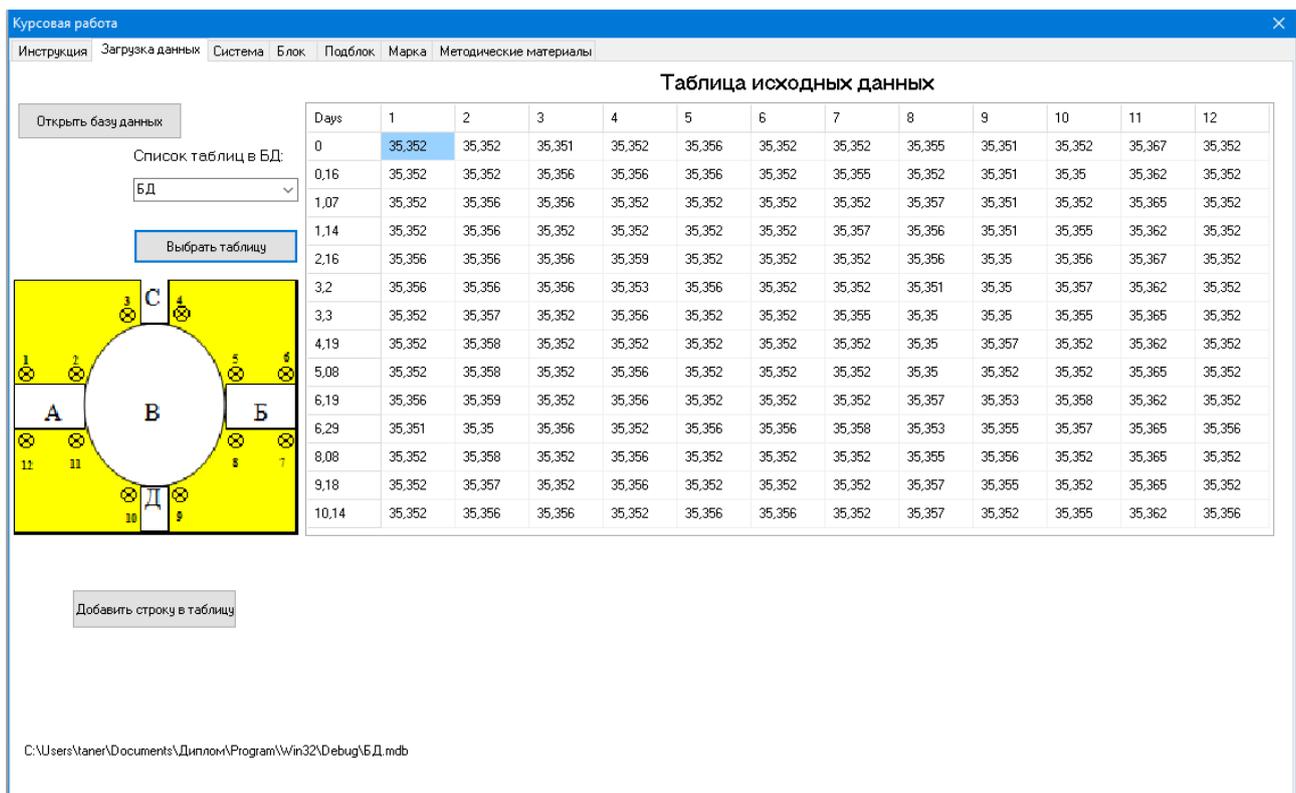


Рис. 1. Начальная страница программы

Несмотря на простой интерфейс [11], у обучающихся при работе с программой могут возникнуть определенные затруднения. Для их разрешения обучающемуся предлагается перейти на вкладку «Инструкция» и ознакомиться с руководством пользователя или посмотреть видео инструкцию. Описание учебно-методических материалов, необходимых для написания курсовой работы, представлено на вкладке «Методические материалы».

Работа пользователя с программой начинается с загрузки данных. Для этого в приложении реализовано подключение к реляционной СУБД с помощью унифицированного программного интерфейса ADO [12]. При успешном подключении приложения к СУБД происходит получение списка таблиц, доступных для использования в качестве источника данных, а также автоматическая загрузка схемы объекта с обозначенным положением геодезических марок. После выбора таблицы пользователь может сгенерировать новые строки, имитируя при этом получение данных на новую эпоху измерений высот марок.

Для начала расчетного эксперимента на вкладке «Система» необходимо внести значения исходных коэффициентов. Первым из них является коэффициент сглаживания, необходимый для расчета прогнозных значений фазовых координат. Вторым – коэффициент точности, используемый для расчета предельных значений функции состояния и устойчивости системы.

Для определения детального пространственно-временного состояния техногенного объекта необходимо выполнить расчет предельных значений функ-

ции состояния и устойчивости всей системы в целом и каждого ее структурного элемента в отдельности. В связи с этим пользователю предлагается выполнить исследование объекта на трех уровнях декомпозиции: «Система», «Блок», «Подблок», представленных в программе соответствующими вкладками. На каждой из них происходит расчет фазовых координат, их прогнозных значений, выполняется построение графиков фазовых траекторий и предельных значений функции, отражающих состояние системы на каждом временном промежутке (эпохе). Разделение системы марок на блоки пользователь выполняет вручную, руководствуясь схемой техногенного объекта. Выделение подблоков также происходит в ручном режиме и основывается на результатах исследования жесткости связей между марками, закрепленными в теле структурируемого блока.

Характер изменения высот геодезических марок можно оценить по графику зависимости пользователю  $H(t)$ , который строится на вкладке программы «Марка».

Тестирование разработанного программного обеспечения выполнялось по модели черного ящика [13-15]. При этом была выполнена оценка адекватности расчетных алгоритмов, а также удобство пользования программой. Выбранная стратегия тестирования основывается на внешней спецификации системы или ее компонентов. Поведение системы, которая представлена как «черный ящик», определяется только посредством изучения ее входных и выходных данных (рис. 2).

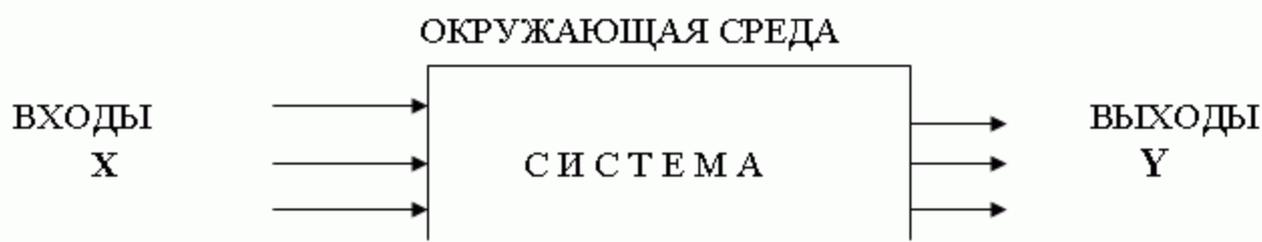


Рис. 2. Модель «черного ящика»

Для тестирования разработанного программного обеспечения данным методом необходимо использовать в качестве входных данных информационную модель виртуального объекта. Проверка адекватности программного обеспечения сводится к тому, что результаты ее работы анализируются и сравниваются с входными данными. Если результаты корректно отражают процессы, заложенные в модели виртуального объекта, то система считается адекватной. Для более точной проверки адекватности в модель объекта закладывают несколько видов движений:

- состояние покоя;
- равномерное поступательное движение;
- скачок.

Выполним имитацию первого вида движения – состояния покоя. Пусть отметки контрольных точек некоторого объекта не меняются со временем, то есть объект находится в состоянии покоя относительно системы отсчета. Другими словами, можно сказать, что в данной системе отметки высот марок не меняются на протяжении всего времени эксперимента. При расчете фазовых координат и построении соответствующего графика с помощью тестируемой программы можно увидеть, что движения в системе не происходили, фазовой траекторией является точка (рис. 3).

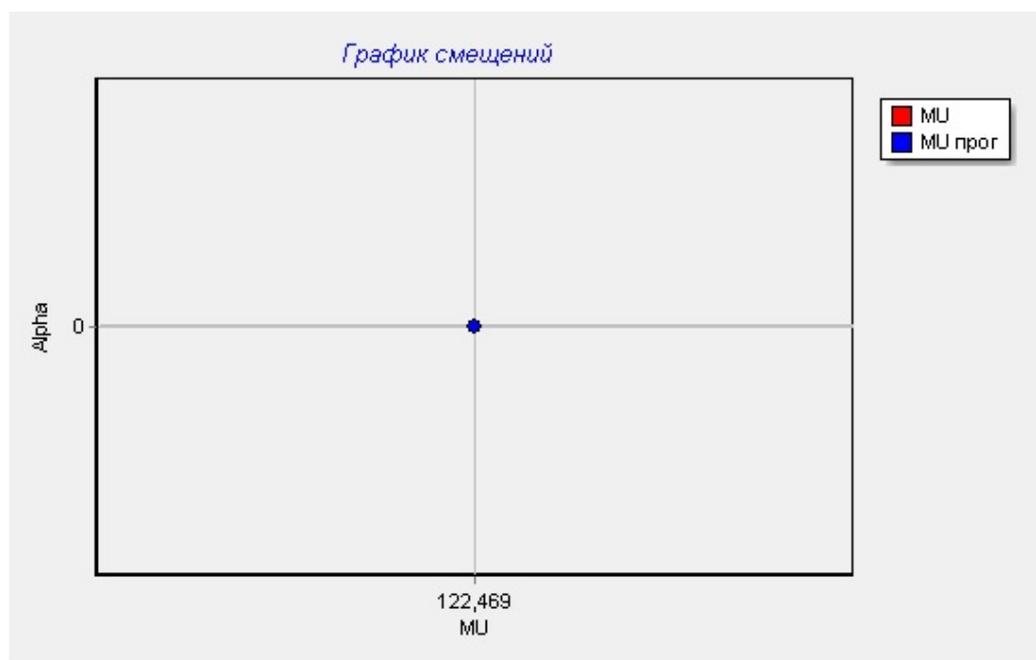


Рис. 3. График фазовой траектории при имитации состояния покоя

Второй вид движения называется «равномерное поступательное движение». Для его имитации представим, что отметки контрольных точек некоторого объекта меняются со временем, с шагом 0,0005 метров, то есть высота каждой последующей отметки выше предыдущей на указанную величину. В результате расчетного эксперимента можно увидеть, что изменения произошли только по оси MU, а значение фазовой координаты Alpha осталось равно нулю (рис. 4). Это свидетельствует о том, что вращательных движений в системе зафиксировано не было.

Выполним имитацию последнего вида движения – скачка. Пусть отметки контрольных точек некоторого объекта не меняются со временем, но на двух геодезических марках в 7 эпохе и на одной марке в 12 эпохе происходит резкие скачки высоты. График, построенный по рассчитанным в программе фазовым координатам, отражает заложенные в систему движения (рис. 5), что свидетельствует о корректности работы программы на данном этапе тестирования.

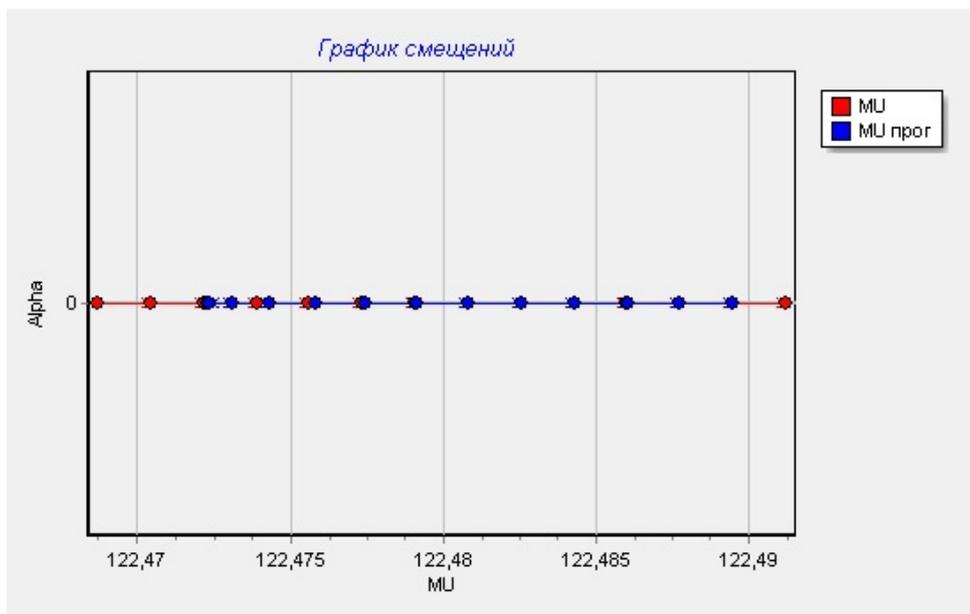


Рис. 4. График фазовой траектории при имитации равномерного поступательного движения

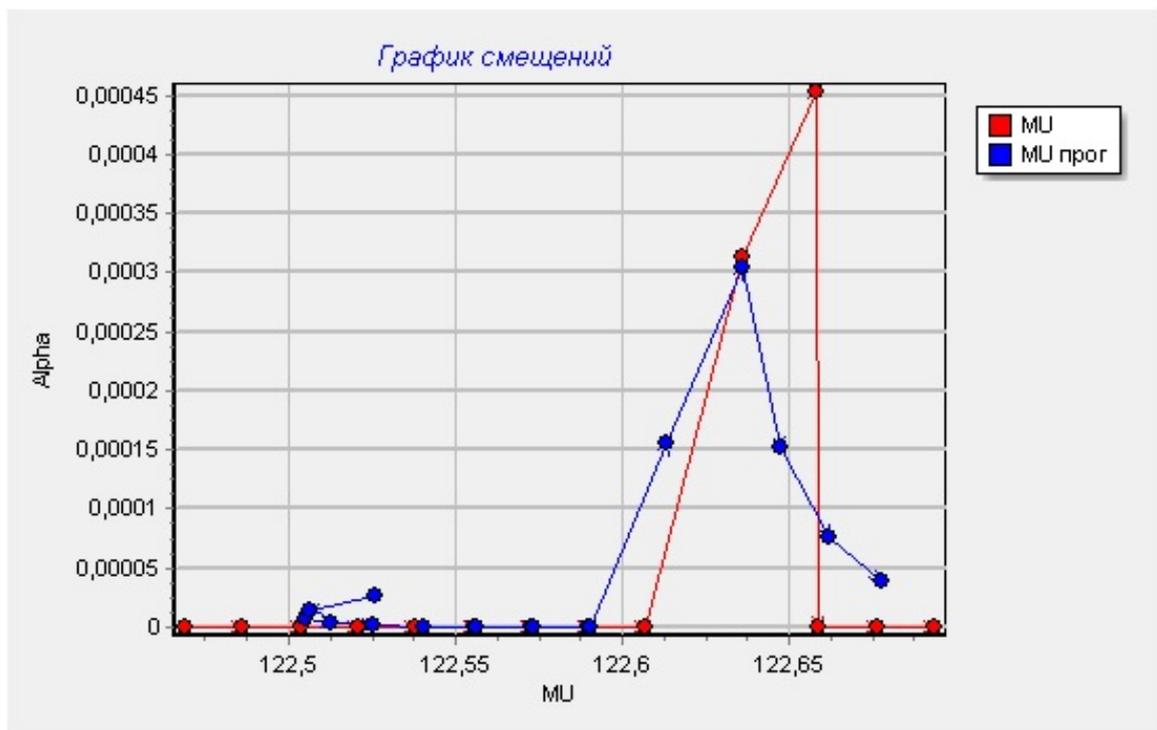


Рис. 5. График фазовой траектории при имитации скачка

Таким образом, по результатам тестирования можно сделать вывод о том, что программное обеспечение работает корректно и может быть введено в эксплуатацию.

В заключение следует отметить, что разрабатываемое программное обеспечение сможет найти практическое применение при выполнении курсовых и расчетно-графических работ по дисциплине «Моделирование систем», а также при проведении лекционных и практических занятий у обучающихся очной и заочной формы обучения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бугакова Т. Ю., Бугаков П. Ю. Машинная реализация модели системы контроля пространственно-временных состояний объектов с учетом трех координат // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск : СГГА, 2009. – С. 20–25.
2. Вовк И. Г., Бугакова Т. Ю. Теория определения техногенного геодинамического риска пространственно-временного состояния технических систем // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск : СГГА, 2010. Т. 1, ч. 2. – С. 21–24.
3. Бугакова Т.Ю., Вовк И.Г. Системный анализ, моделирование и принятие решений : учебный справочник. – Новосибирск : СГГА, 2010. – С. 34-50.
4. Вовк И.Г. Моделирование в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 69–75.
5. Бугакова Т.Ю., Вовк И.Г. Основы системно-целевого подхода и принятие решений : учебный справочник. – Новосибирск : СГГА, 2011. – С. 15-29.
6. Бугакова Т.Ю., Вовк И.Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем. // Материалы V всероссийской научно-технической конференции «Актуальные вопросы строительства». – Новосибирск: НГАСУ (СИБСТРИН), 2012. – Т. 2. – С. 100-105.
7. Бугакова Т.Ю., Вовк И.Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 3. – С. 26–31.
8. Бугакова Т. Ю. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам и оценка техногенного риска методом экспоненциального сглаживания // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 1 (29). – С. 34–42.
9. Культин Н.Б. Основы программирования в Embarcadero. – Санкт-Петербург, 2015. – С. 111-132.
10. Павловская Т.А. Программирование на языке высокого уровня. – Санкт-Петербург : Питер, 2003. – С. 343–369.
11. Роберт Дж.Торрес. Практическое руководство по проектированию и разработке пользовательского интерфейса. – М. : Вильямс, 2002. – С. 1–15.
12. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. – 8-е изд. – М. : Вильямс, 2011. – С. 43-103.
13. Куликов С.С. Тестирование программного обеспечения. Базовый курс. – Минск : Четыре четверти, 2017. – С. 20-30.
14. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: учебник для вузов, 3-е издание. – М. : Высшая школа. 2001. – С.144-173.
15. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: учеб. 2-е издание. – Томск : НТЛ, 1997. – С. 311-325.

© Р. М. Сафин, П. Ю. Бугаков, 2019