

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОТКРЫТОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ

Ефимов И.Н., Жукова С.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т.Калашникова» (ИжГТУ имени М.Т.Калашникова), 426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 7, e-mail: info@istu.ru

Разработана система, обеспечивающая накопление, хранение, обработку и предоставление доступа к ресурсам исследовательской деятельности. Базовыми положениями является стандартизация компонентов исследовательского пространства, формирование нормативно-технического обеспечения, согласованного с международными стандартами в сфере информационно-коммуникационных технологий. Вводится понятие исследовательского пространства, описаны его функции структура. Предложена модель открытого виртуального лабораторного комплекса, регламенты его разработки и функционирования на основе унификации и стандартизации.

Ключевые слова: стандарт, виртуальный лабораторный комплекс, удаленный эксперимент, открытое информационное пространство.

COMPUTER MODELING IN THE OPEN INFORMATION MEDIA

Efimov I.N., Zhukova S.A.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Izhevsk State Technical University named after MT Kalashnikov" (Izhevsk State Technical University named after MT Kalashnikov), 426069, Udmurt Republic, Izhevsk, ul. Studencheskaya, 7, e-mail: info@istu.ru

A system has been developed to ensure the accumulation, storage, processing and provision of access to research resources. The basic provisions are the standardization of the components of the research space, the development of regulatory and technical support, consistent with international standards in the field of information and communication technologies. The concept of research space is introduced, its functions and structure are described. The model of an open virtual laboratory complex, the rules for its development and operation based on unification and standardization are proposed.

Key words: standard, virtual laboratory complex, remote experiment, open information space.

Несмотря на различие решаемых задач, существуют общие подходы формирования информационного пространства. Одним таким общим элементом является виртуальный (лабораторный) комплекс, который представлен компьютерной моделью реального объекта, описанного машиночитаемым кодом. Так виртуальный комплекс применяется в организации и проведении учебного процесса, научно-исследовательской деятельности, в оптимизации производственных задач. Анализ существующих стандартов и спецификаций, показал отсутствие единых требований к формированию виртуальных лабораторных комплексов. Поэтому необходима выработка руководящих документов в виде регламентов и стандартов, а также унификация создания таких продуктов и их последующая сертификация.

Определим виртуальный лабораторный комплекс как систему интеллектуальных, организационных и вычислительных ресурсов, решающую задачи в некоторой предметной области [4].

Под исследовательским пространством понимается информационно-вычислительная среда, обеспечивающая комплексную поддержку исследовательской деятельности. Если такая система построена в соответствии с принципами открытых систем, то можно говорить о создании открытого исследовательского пространства [7]. Цель функционирования исследовательского пространства – предоставление через Интернет сервисов в области научных исследований на базе информационно-коммуникационных технологий для представителей научных сообществ, образования и бизнеса. Консолидация ресурсов исследовательской деятельности формируется в единое научное информационно пространство совместно владельцами (авторами) из различных научных организаций и сообществ.

Исследовательское пространство (Рис. 1) представляет собой единую среду, моделирующую процессы

взаимодействия исследователя, объекта исследования, численного эксперимента и программно-аппаратного комплекса.

Для функционирования пространства используются следующие ресурсы:

- интеллектуальные (математические модели объектов и методы их исследования, результаты численных экспериментов над объектом, отчеты и публикации),
- алгоритмические (программы и программные комплексы, осуществляющие вычислительный эксперимент);
- организационные (правила и инструкции выполнения исследования, нормативная документация).
- аппаратные (программно-аппаратные комплексы, необходимые для выполнения экспериментов).

Перечисленные ресурсы используются для осуществления информационных процессов: выбор объекта исследования, выбор инструмента исследования (компьютерного моделирования), формирование начальных условий, выполнение эксперимента, формирование документации по эксперименту, анализ результатов.

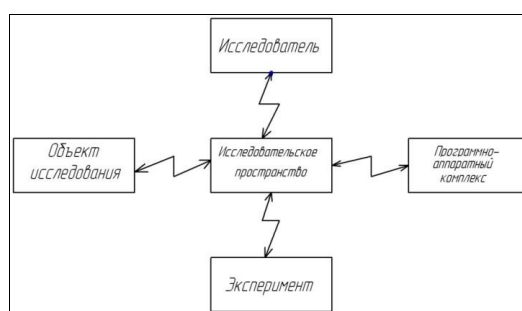


Рисунок 1. Структура исследовательского пространства

Функционирование пространства позволяет сделать доступным инструменты компьютерного моделирования для широкого круга пользователей и решает следующие задачи:

- централизованный сбор, хранение и распределение ресурсов исследовательской деятельности между пользователями,
- управление пользователями и доступом к ресурсам,
- предоставление удаленному пользователю готового инструмента компьютерного моделирования с методическим обеспечением,
- планирование и выполнение численных экспериментов,
- управление экспериментами (идентификация, поиск, фильтрация, консолидация),
- формирование научных отчетов с использованием ссылок на результаты экспериментов,
- визуализация результатов компьютерных экспериментов (построение графиков и анимации),
- предоставление вычислительных ресурсов для выполнения экспериментов,
- выгрузка результатов экспериментов во внешние источники для загрузки в локальные базы данных.

Взаимодействие элементов исследовательского пространства осуществляется через сервисы технологической платформы [1], которая включает компоненты вычислительной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, приложения, ресурсы, документацию и пользователей.

Интеграция ресурсов исследовательского пространства осуществляется на основе унификации их описаний (метаданные), хранения (форматы данных) и представления доступа (интерфейсы) (Рис. 2). Прикладные интерфейсы API обеспечивают доступ к алгоритмическим ресурсам, выполнение удаленных экспериментов, их сохранение и обработку, поиск и выборку интеллектуальных и организационных ресурсов. Пользовательские интерфейсы (UI) обеспечивают взаимодействие исследователя с ресурсами. Совместное использование экспериментов обеспечивается за счет применения формата InFData, а их выгрузка во внешние системы осуществляется в формате ExFData.

Перечисленные интерфейсы и форматы данных должны соответствовать стандартным описаниям, которые в совокупности составляют профиль. Далее приведем краткое описание содержания профиля. Более подробное описание представлено в работах [3,5]. Публикации и научные издания описываются в соответствии со спецификацией ИСО 2709:1996. (Documentation – Format for bibliographic information interchange on magnetic tape) библиографических описаний электронных изданий.

Научная документация в виде отчетов формируется в соответствии с открытым стандартом ИСО IEC 26300:2006 (Information technology – Open Document Format for Office Applications (OpenDocument) v1.0).

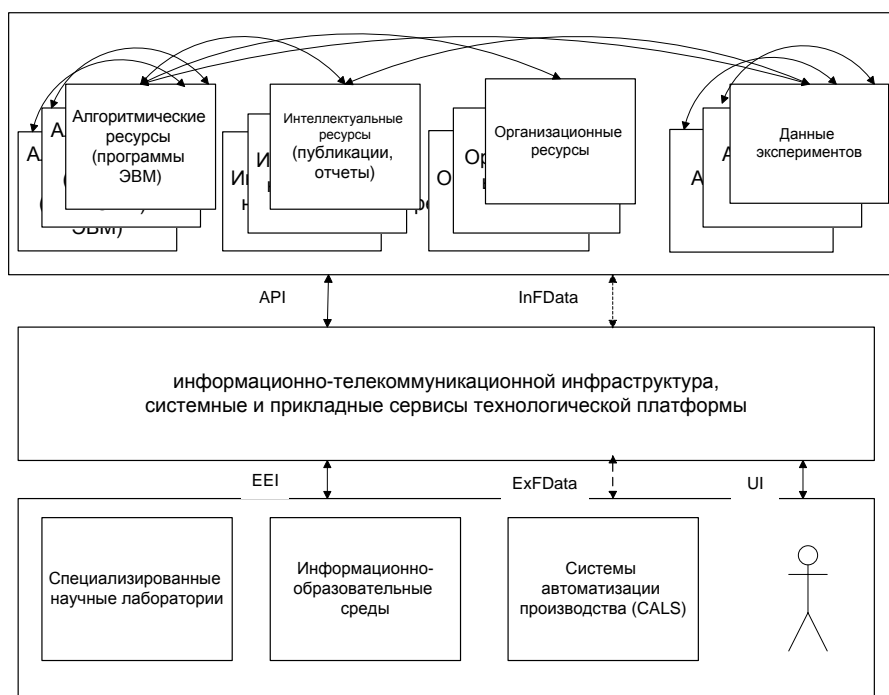


Рисунок 2. Модель интеграции исследовательского пространства

Разработана модель метаописаний алгоритмического ресурса Calculator Science ObjectMetadata (Calc_SOM) [3]. В модели используются метаописания образовательных ресурсов, которые регламентируются стандартами LOM IEEE Std 1484.12.1-2002 (Standard for Learning Technology – Learning Object Metadata standard. – New York: IEEE, 2002). Вместе с тем, предложены дополнительные метаданные с учетом специфики алгоритмического ресурса.

Разработана структура формата InFData, которая включает параметры: автор эксперимента, идентификатор комплекса компьютерного моделирования, идентификатор эксперимента, наименование параметра, значение. Разработана структура формата ExFData.

Разработаны технологические, технические и организационные требования, которые по своей сути являются регламентами и выполнение которых приводит к построению комплекса заданного качества[5]. Формирование виртуального комплекса предполагает одновременное выполнение технологического и технического регламентов. Доступность виртуальных комплексов достигается за счет их размещения в исследовательском пространстве в соответствии с организационными регламентами, который подразумевает сертификацию комплекса на возможность его применения в открытом пространстве.

Разработаны унифицированные способы взаимодействия пользователя с виртуальным комплексом при выполнении основных процессов исследовательской деятельности, доступ к ресурсам осуществляется посредством Интернет-портала[2].

Предложенный профиль использован для создания инфраструктуры компьютерного моделирования в Ижевском государственном техническом университете имени М.Т.Калашникова. Работа выполнялась в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 по теме «Разработка модели автоматизированной системы интеграции открытых виртуальных лабораторных комплексов». Задачей проекта является создание открытой информационной среды для размещения виртуальных лабораторных комплексов, включая накопление, хранение, обработку и защиту сведений, тестирование свойств открытости, настройку интерфейса взаимодействия с пользователем и обеспечение доступа к сервисам виртуальных лабораторных комплексов.

Полученные результаты использованы для разработки инструментов компьютерного моделирования «Динамические системы». Динамические системы, как правило, описываются системой дифференциальных уравнений и являются фундаментальной основой для исследования широкого круга задач в небесной и эволюционной механике, синергетике, электронно и ионных системах, строительной механике, транспорте, авиационной и космической технике, электродинамике, медицине, экологии, экономики и других отраслях человеческой деятельности. К динамическим системам помимо механических, физических, химических, биологических и социальных объектов, можно добавить вычислительные процессы и процессы

преобразования информации, совершаемые в соответствии с конкретными алгоритмами. Для описания динамических систем и задания закона эволюции обычно используют формализм Ньютона, Лагранжа, Гамильтона, а математическая модель имеет вид дифференциальных уравнений или систем уравнений. Выбор одного из способов описания задает конкретный вид математической модели соответствующей динамической системы. Исследование реальных систем сводится к изучению математических моделей, совершенствование и развитие которых определяются анализом экспериментальных и теоретических результатов при их сопоставлении. Характерным примером динамических систем можно считать процессы движения материальной точки, ансамбля частиц, твердого тела, летательного аппарата и т.д. [6].

Исследуем конкретную динамическую систему, например движение материальной точки, под которой будем понимать именно ее математическую модель. Запишем уравнение движения материальной точки в случае единичной массы и жесткости в виде функции Гамильтона $H(p,q)$, где p,q – фазовые координаты (Рис. 3).

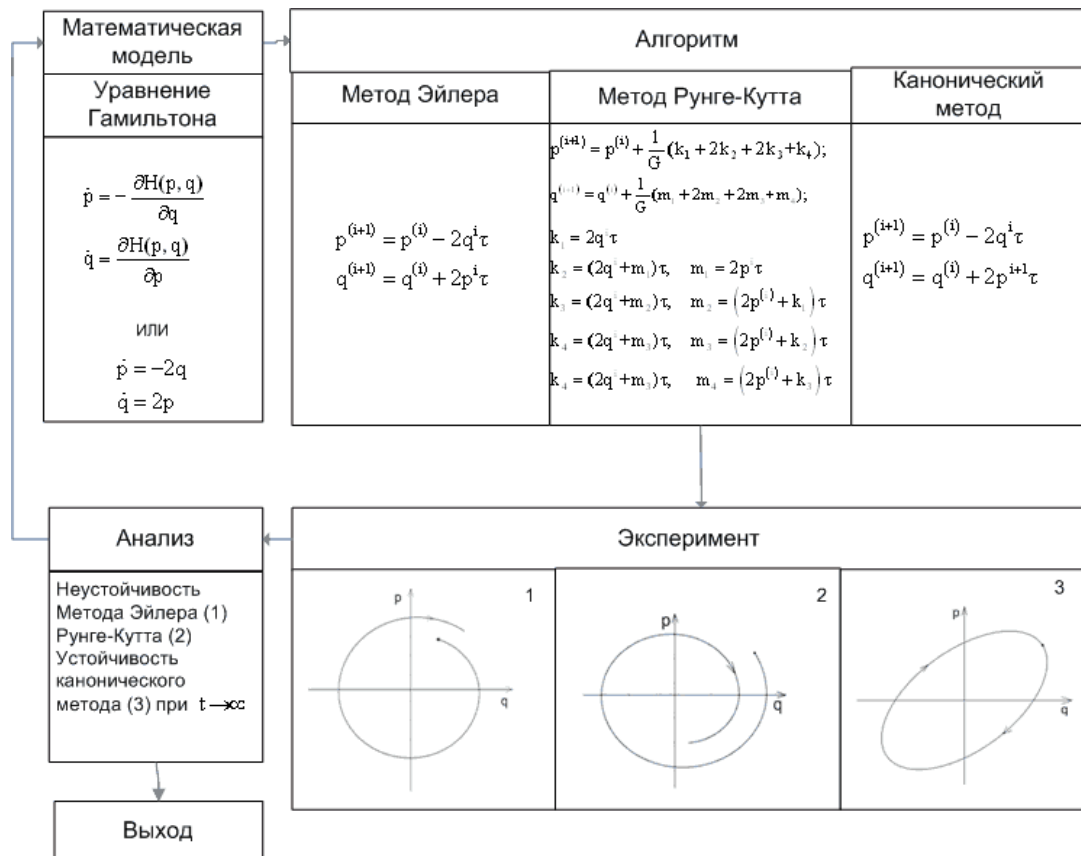


Рисунок 3. Описание и исследования динамической системы

Для оценки моделей сравним между собой три численных алгоритма, основанных на методе Эйлера, Рунге-Кутта и метода канонического интегрирования [6].

При численном интегрировании уравнения движения возникает общая проблема устойчивости вычислительного процесса и анализа эволюции погрешности счета. Особую важность данный вопрос приобретает при исследовании динамических систем на протяжении больших интервалов времени. Анализ проблемы при интегрировании гамильтоновых динамических системы позволяет говорить о существовании общих принципов построения алгоритмов, рассматривая процесс и численного интегрирования как малые консервативные возмущения исследуемой системы. Такие возмущения, как правило, не нарушают исходную устойчивость и, таким образом, обеспечивают устойчивость вычислительного процесса. В работе [8] изложено теория канонического метода численного интегрирования, устойчивость которого является следствием фундаментальных свойств гамильтоновых систем.

Исследуя одну и ту же динамическую систему в зависимости от степени учета параметров и начальных условий, получим различные примеры поведения системы. Анализ этих моделей на основе единой технологической платформы позволяет сопоставлять результаты в удобной для исследователя форме в виде графиков и таблиц. Такой подход возможен с использованием унифицированных интерфейсов

взаимодействия, форматов хранения, визуализации, обмена научными данными на основе их стандартизации.

Разработанный профиль ориентирован на решение задач науки и рекомендован для создания инфраструктуры поддержки исследовательской деятельности, объединяющей интеллектуальные, организационные и вычислительные ресурсы, научных сообществ и корпораций в решении прикладных задач.

Профиль представляет собой совокупность базовых спецификации международных гармонизированных стандартов в области хранения, передачи, обработки и защиты данных. Вместе с тем, разработаны механизмы интеграции ресурсов на основе унификации форматов их обмена и унификации метаданных инструментов компьютерного моделирования.

Стандартизация форматов, интерфейсов обеспечивает достижение таких важных характеристик, как расширяемость, масштабирование и интероперабельность исследовательских пространств и способствует развитию качественно новых методов исследования на основе компьютерного моделирования.

Список литературы

1. Жукова С.А., Построение архитектуры технологической платформы открытых исследовательских пространств. //Журнал радиоэлектроники: электронный журнал.-2013, N5. URL:<http://jre.cplire.ru/jre/may13/9/text.pdf>
2. Жукова С.А., Германюк Д.Е. Унификация дистанционного взаимодействия в системах компьютерного моделирования. //«Применение информационно-коммуникационных технологий в образовании», ИТО Марий -Эл. (16-18 мая 2013 г. Йошкар-Ола): Материалы X Всероссийской научно-практической конференции/ Мар. гос. ун-т., Йошкар-Ола, 2013. 200 С., С.115-120.
3. Жукова С.А., Интеграции научных данных на основе унифицированной модели ScienceObjectMetadata. //Журнал радиоэлектроники: электронный журнал.- 2014, N7. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/jul14/text.pdf>
4. Ефимов И.Н., С.Ж.Козлова, С.А. Жукова Концептуальные основы интеграции открытых виртуальных лабораторных комплексов //Вестник ИжГТУ- Ижевск: Изд-во ИжГТУ № 3, 2010. – С. 192-198
5. Ефимов И.Н., Жукова С.А. Качественные и количественные характеристики открытых информационных систем //Программные продукты и системы.- Тверь: Изд-во МНИИПУ, 2012.-№4. - С.80-83
6. Ефимов И.Н., Морозов Е.А. Селиванов К.М. Компьютерное моделирование динамических систем. Учебное пособие. Ижевск: издательство института компьютерных исследований, 2014-134 С.
7. Ефимов И.Н., Жевнерчук Д.В., Козлова С.Ж., Николаев А.В., Открытые виртуальные исследовательские пространства. Технология построения. -Нижний Новгород: Издательство Нижегородского Государственного университета им.Н.И.Лобачевского, 2008.-203с.
8. Ефимов И.Н. Морозов Е.А.. Каноническое интегрирование динамических систем. – Екатеринбург-Ижевск. Издательский дом института РСА, 2006.-199 стр.

References

1. Zhukova S.A., Construction of the architecture of the technological platform of open research spaces. // Journal of Radioelectronics: electronic journal.-2013, N5. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/may13/9/text.pdf>
2. Zhukova S.A. Germaniuk D.E. Unification of remote interaction in computer modeling systems. // "Application of information and communication technologies in education", ITO Mariy-El. (May 16-18, 2013 Yoshkar-Ola): Proceedings of the 10th All-Russian Scientific and Practical Conference / Mar. State. Un-t., Yoshkar-Ola, 2013. 200 S., P.115-120.
3. Zhukova S.A., Integration of scientific data on the basis of the unified model of ScienceObjectMetadata. // Journal of Radioelectronics: electronic journal. - 2014, N7. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/jul14/text.pdf>
4. Efimov I.N., S.Z. Kozlova, S.A. Zhukova Conceptual framework for the integration of open virtual laboratory complexes // Vestnik IzhSTU - Izhevsk: Izd. IzhSTU № 3, 2010. - P. 192-198
5. Efimov I.N., Zhukova S.A. Qualitative and quantitative characteristics of open information systems // Software products and systems. - Tver: Publishing house of MNIIPU, 2012.-№4. - C.80-83
6. Efimov I.N., Morozov E.A. Selivanov K.M. Computer modeling of dynamic systems. Tutorial. Izhevsk: publishing house of the Institute for Computer Research, 2014-134 S.
7. Efimov I.N., Zhevnerchuk DV, Kozlova S.Zh., Nikolaev A.V., Open virtual research spaces. Technology of construction. -Nizhny Novgorod: Publishing house of Nizhny Novgorod State University named after NI Lobachevsky, 2008.-203p.
8. Efimov I.N. Morozov EA. Canonical Intergranning of Dynamic Systems. - Ekaterinburg-Izhevsk. Publishing House of the RSA Institute, 2006.-199 p.