

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 51-77

СИСТЕМНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЯМ СЛОЖНЫХ МНОГОМЕРНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МЯГКИХ МОДЕЛЕЙ

Крамаров С.О.

Доктор физико-математических наук, профессор
ЧОУ ВО ЮУ (ИУБиП),
E-mail: maoovo@yandex.ru

Храмов В.В.

Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник
ЧОУ ВО ЮУ (ИУБиП),
E-mail: vxramov@inbox.ru

Предложен принцип управления сложной системой на основе структуры «System of Systems» и мягких вычислений, обеспечивающих адекватность реальной модели геоинформационного пространства, строящегося на базе специализированных цифровых план-схем, как нечетких проекциях этого пространства.

МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ, СИСТЕМА СИСТЕМ, СИСТЕМНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ,
ЦИФРОВАЯ ПЛАН-СХЕМА

A SYSTEMS ENGINEERING APPROACH TO THE STUDY OF COMPLEX MULTIVARIATE SYSTEMS BASED ON SOFT MODELS

Kramarov S.O.

Doctor of Physics and Mathematics, Professor
PEI HE SU (IMBL),
E-mail: maoovo@yandex.ru

Khramov V.V.

Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher
PEI HE SU (IMBL),
E-mail: vxramov@inbox.ru

The principle of control of a complex system based on the structure of «System of Systems» and soft computing, providing the adequacy of the real model of the geoinformation space, based on specialized digital plan-schemes, as fuzzy projections of this space.

Введение

Управление экономикой страны и региона, которые, по сути, образует сложные динамические системы, предсказуемость ее развития возможно лишь на основе своевременного получения и анализа достоверной текущей информации о ее состоянии в условиях многофакторной неопределенности, а также обнаружения закономерностей основных процессов, в ней протекающих, с учетом того, что по факту мы имеем дело с системой систем – относительно новым направлением системной инженерии [1]. Он представляется весьма важным при отслеживании ситуаций при строительстве и эксплуатации объектов железнодорожной инфраструктуры, в поиске и добыче полезных ископаемых, территориях сельскохозяйственного назначения, и т.д.

При моделирование соответствующих процедур приходится сталкивается с проблемами нечеткости на всех этапах получения, обработки информации и интерпретации результатов.

2 Основные направления использования системы систем

Система систем является общим названием для совокупности целевых ориентированных систем, которые объединяют воедино их ресурсы и возможности, чтобы получить новую, более сложную «метасистему», которая, в свою очередь, предлагает больше функциональности и производительности, чем просто сумма составных систем. В настоящее время System of Systems (SoS) системы систем представляют собой критическую исследовательскую дисциплину, для которой системы отсчета, мыслительные процессы, количественный анализ, инструменты и методы проектирования являются неполными.

Обычно выделяют[1,2] следующие основные виды SoS:

- управляемые (directed), в которых присутствует признанный архитектор, имеющий право выдавать приказы составляющим системам и распоряжается их ресурсами;

- подтвержденные (acknowledged), в которых признаваемый архитектор есть, но он может только рекомендовать составляющим системам самоизмениться согласно разработанной им архитектуре;

- сотрудничающие (collaborative), в которых все системы договариваются друг с другом по каждой проблеме, но архитектора, менеджера проекта или аналогичного выделенного органа управления нет.

Связывание систем с совместной SoS обеспечивает взаимодействие и синергизм систем управления предприятием, управления компьютеров, связи и информации, разведки и проч. Система систем - это крупномасштабные параллельные и распределенные системы, компоненты которых являются самими сложными системами. Система системного образования включает в себя интеграцию систем в систему, которая в конечном счете способствует эволюции социальной инфраструктуры. Важнейшими особенностями SoS являются их синергизм и исходная неопределенность ситуаций реального функционирования.

Рассмотрим проблему неопределенности на основных уровнях получения и обработки информации. При этом для каждого типа неопределенности необходимо осуществить:

- поиск (выбор) соответствующего математического описания и представления конкретного типа неопределенности;

- выбор математического аппарата, с помощью которого можно управлять (настраивать параметры) моделью с выбранным типом неопределенности;

- нахождение эффективного способа измерения реальной неопределенности в любой анализируемой ситуации;

– разработку методологии формирования адекватных моделей для реальных объектов и процессов мониторинга, чтобы выбрать показатели неопределенности, которые можно вычислить.

Рассмотрим особенности SoS на примере так называемого геоинформационного пространства. Пространственно-распределенная информация, получаемая, в том числе и с помощью дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) составляет три большие группы: семантическую, метрическую и топологическую. Структурированная совокупность этих групп информации о конкретной территории, представленной в форме, пригодной для автоматизированной обработки, образует цифровую модель местности (ЦММ).

В основе такой ЦММ заложена способность одной группы информации (как системы) использовать части другой группы [1,2], то есть способность взаимно использовать информацию в каждой из этих групп (систем). Иначе говоря, речь идет о геоинтероперабельности.

Международная организация по стандартизации ISO 19119 дает следующее определение: «Интероперабельность представляет собой способность соединяться, выполнять программы или передавать данные среди различных функциональных модулей способом, который не требует, чтобы пользователь имел знания о характеристиках этих модулей»[3].

Это означает, что две (или больше) системы могут действовать совместно для выполнения стоящей задачи, при условии их взаимной интероперабельности. В рамках геоинформационных систем «геоинтероперабельность – это способность информационных систем к:

- свободному обмену всех видов пространственной информации о Земле и об объектах и явлениях, а также выше и ниже поверхности Земли;
- совместному сетевому использованию программного обеспечения, предназначенному для управления такой информацией» [3,4,5].

Очевидно, хранение и поддержка такой постоянно *развивающейся* модели требует соответствующих информационных ресурсов, доступных, на

данном этапе, в рамках концепции хранилища данных (ХД). Форма организации базы геоданных, сочетающих ЦММ и реляционные базы данных является на данный момент чаще всего встречающейся. Однако сложность такой организации, вызванная набором инструментов создания и поддержки топологии данных, создает определенные проблемы [6]. Такая модель данных недопускает большой гибкости и ориентирована на конкретные, заданные программным обеспечением, системы управления базами нечетких [7] данных.

3 Цифровая план-схема как проекция единого геоинформационного пространства

Цифровая план-схема[3,6] позволяет формировать выходные формы мониторинга сельскохозяйственных земель, результаты тематического дешифрирования, также цифровые план-схемы используются для сбора данных анкетирования и фиксации полевых исследований, используя цифровые план-схемы проводится сохранение, обработка и внесение данных. План-схемы составляются на основе принципа агрегирования, что позволяет построить иерархию, в которой более высокий уровень составляется из более низкого, то есть план-схемы сельских поселений составляют уровень района, в свою очередь уровень района составляет субъект, субъекты составляют уровень округа и так далее. Такой принцип позволяет составлять временные тематические план-схемы для управления [8-10] на любом уровне. Основной единицей, на которой основаны план-схемы, является контур сельскохозяйственных угодий или поле севооборота.

Цифровые план-схемы геокодированы в координатную систему ПЗ 90.02. Координатная система ПЗ-90.02 является уточненной версией ПЗ-90, а также основой спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС, что позволяет использовать цифровые план-схемы для интеграции в спутниковые навигационные карты, а также для сбора координатных данных.

Идентификация снимков объектов земной поверхности, полученных в результате зондирования [13], а также измерение координат неподвижных и

подвижных целевых объектов на фоне этой поверхности являются, с одной стороны, весьма актуальными, с другой стороны, трудно реализуемыми задачами космического мониторинга. При моделирование соответствующих процедур приходится сталкиваться с проблемами нечеткости на всех этапах получения, обработки информации и интерпретации результатов.

Как убедительно было доказано в работе А. Нариньяни [4], «...одно из двух основных принципиальных различий между традиционной вычислительной математикой и нечеткой (НЕ-математикой) состоит в том, что традиционная решает задачи на основе алгоритмического подхода, а нечеткая (лингво-семантическая) работает с моделями».

Как и сама математика, так и связанные с ней прикладные науки включают понятие формальной модели, «...определяемой множеством переменных-параметров и множеством отношений, связывающих значения этих переменных. Именно модель представляет объект исследования или расчетов и определяет характер формального аппарата, используемого для описания задачи и выполнения необходимых вычислений» [5].

Модель реального объекта или процесса представляет из себя его формальную аппроксимацию, поэтому в ряде случаев может заменять оригинал не только в компьютерном, но и в аналитическом исследовании его природы и поведения.

Неопределенность спутниковых данных[3,4], получаемых в ходе дистанционного зондирования Земли, определяется не полным совпадением содержимого базы данных и свойствами объектов наблюдений в реальности. «Базы геоданных формируются процессами, которые включают приближение, ошибку измерения и обобщение. Большинство баз геоданных основано на определениях терминов, классов и значений, которые, по сути, являются неопределенными, так что аналитики могут интерпретировать их по-разному. Все эти эффекты расхождения значений подпадают под определение неопределенности геоданных, так как они заставляют пользователя базы геоданных учитывать существующее несоответствие[4]».

Учет неопределенности, неточности и погрешности подразумевает «использование специальных концептуальных моделей, оперирующих геоданными в пределах от нечетких и огрубленных множеств до основанных на традиционной теории ошибки измерения» [11].

Как отмечено в ГОСТ 54500.3-2011 «В то время как точные значения составляющих погрешности результата измерения непознаваемы, *неопределенности*, связанные со случайными и систематическими эффектами, которые приводят к погрешности, могут быть оценены»[5]. Но даже если оцененные неопределенности незначительны, это еще не дает гарантии, что погрешность результата измерения будет незначительной [14,15], поскольку при определении поправки или оценке неполноты знания может быть не распознан и поэтому пропущен какой-либо значимый систематический эффект.

Выводы

Таким образом, неопределенность результата измерения и преобразования данных «...необязательно является показателем степени близости результата измерения к значению измеряемой величины – это просто оценка степени близости к наилучшему значению, которое получено на основе имеющихся на данный момент знаний» [12]. То есть фактически результаты анализа данных, получаемых с СКМ можно скорее рассматривать лишь как качественную информацию, что обесценивает их как в теоретическом, так и в практическом плане.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. ISO/IEC/IEEE 15288:2015(E) «Systems and software engineering — System life cycle processes»
2. Крамаров, С.О. Формирование единого информационного пространства сельскохозяйственных территорий Юга России / С.О. Крамаров, В.И.Повх, В.В.Храмов // Сборник научных трудов «Проблемы импортозамещения в условиях адаптивной экономики» (по материалам IV Международного форума «Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию».- Ростов-на-Дону:ЮУ (ИУБиП), 2015
3. Патент RU № 2612326 Способ формирования цифровой план-схемы объектов сельскохозяйственного назначения и система для его реализации /И.Г. Акперов, С.О. Крамаров, В.И. Лукасевич, В.И. Повх, В.В. Храмов
4. Нариньяни, А.С. Недоопределенность в системе представления и обработки знаний. - Техническая кибернетика, М,1986, N 5, с.3-28

5. ГОСТ Р 54500.3-2011 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения
6. Храмов, В.В. Формирование базы знаний для 3D-модели сети железных дорог России /Материалы Всероссийской НТК «Транспорт 2015», Ростов н/Д, 2015
7. Zadeh, Lotfi A., Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing, Communications of the ACM, March 1994, Vol. 37 No. 3, pages 77-84.
8. Ульянов, С. Интеллектуальное робастное управление: технологии мягких вычислений /С. Ульянов, Л. Литвинцева, В. Добрынин, А. Мишин . — 1-е изд. — М: Pronet Labs, 2011. — С. 406. — [ISBN 978-5-8481-0075-4](#)
9. Крамаров, С.О. Системные методы анализа и синтеза интеллектуально – адаптивного управления /Крамаров С.О., Ю.А.Смирнов, С.В. Соколов, В.Н.Таран //Монография.— М.: РИОР: ИНФРА-М, 2016. — 238с.
10. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 452 с.
11. Kramarov, S. The principles of formation of united geo-informational space based on fuzzy triangulation/ S.. Kramarov, I. Temkin, V. Khramov // 9 th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFT COMPUTING, COMPUTING WITH WORDS AND PERCEPTIONS ICSCCW 2017 22-23 August 2017, Budapest, Hungary.- P.121-124
12. Храмов, В.В. Принцип интеллатентности и его использование в задачах распознавания // В сборнике: Тематический научно-технический сборник: Пушино, Институт математических проблем биологии РАН. 2000., 1994. С. 62-66.
13. Чернышев Ю.О., Храмов, В.В. Особенности агрегирования качественных признаков опорных ориентиров в системах технического зрения // Известия ТРТУ, 2001. № 3 (21). С. 55.
14. Гвоздев Д.С., Линденбаум М.Д., Храмов, В.В., Ковалев С.М. Гибридная модель идентификации подвижных единиц железнодорожного транспорта // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2013. № 2 (50). С. 92-98.
15. Храмов, В.В. Особенности интегральной модели комплексного следа информационного объекта в условиях интеллатентности // В сборнике: Спектральные методы обработки информации в научных исследованиях: Доклады I Всероссийской конференции (спектр-2000). РФФИ, Институт математических проблем биологии РАН. 2000. С. 138-140.