

27. Карпов Л.Е., Юдин В.Н. Адаптивное управление по прецедентам, основанное на классификации состояний управляемых объектов // Труды Института системного программирования РАН. 2007. Т. 13. № 2.

28. Keeler R.N., Bondur V.G., Vithanage D. Sea truth measurements for remote sensing of littoral water // Sea Technology. 2004. Т. 45. № 4. С. 53–58.

29. Бондур В.Г., Крапивин В.Ф. Космический мониторинг тропических циклонов. М., 2014.

30. Бондур В.Г. Современные подходы к обработке больших потоков гиперспектральной и многоспектральной аэрокосмической информации // Исследование Земли и космоса. 2014. № 1. С. 4–16.

31. Бондур В.Г. Информационные поля в космических исследованиях // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 2 (10). С. 107–113.

Cognitive modeling as method elimination semantic gap

Evgeniy Evgen'evich Chekharin, Aspirant, Research Institute of Aerospace Monitoring «Aerocosmos»

This article describes the cognitive modeling as a tool of knowledge. This article describes the cognitive modeling as a tool for solving complex problems. This article describes the semantic gap as an information situation in information modeling. The article shows the negative effects of the semantic gap. This article describes the cognitive modeling, used for eliminating the semantic gap. The article reveals the contents of the semantic descriptions and semantic modeling. This article describes the information interaction in the semantic field.

Keywords: modeling, information modeling, cognitive modeling, semantic modeling, semantic gap, analysis, information construction, information field, semantic field

УДК 001.6:001.51

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ В ДИСТАНЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ЗЕМЛИ

Виктор Петрович Савиных, д-р техн. наук, проф., Президент Московского государственного университета геодезии и картографии, Член-корреспондент РАН,

Летчик-космонавт, Дважды Герой Советского союза,

Лауреат государственной премии, Лауреат премии Президента РФ,

Дважды Лауреат премии Правительства РФ,

«Заслуженный деятель высшей школы», «Почетный работник науки и техники», «Заслуженный геодезист»,

Академик Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского (РАКЦ), Инженерной Академии, Международной Академии астронавтики,

Академик Международной академии наук Евразии,

Московский государственный университет геодезии и картографии,

<http://www.miigaik.ru>

Статья описывает модели, применяемые при дистанционных исследованиях. Статья показывает системность окружающего мира. Статья раскрывает значение информационных полей в космических исследованиях. Статья дает систематику моделей применяемых в космических исследованиях. Статья описывает требования к моделям, применяемым при дистанционных исследованиях. Статья раскрывает содержание важных свойств моделей таких как: интерпретируемость, структурность, отражение, следование. Статья раскрывает технологию стратификации модели. Статья описывает визуальное моделирование как обязательный компонент при космических и дистанционных исследованиях.

Ключевые слова: космические исследования, дистанционные исследования, прикладная геоинформатика, моделирование, модели, пространственные модели, стратификация, визуализация информации

Введение

Моделирование, как метод научного познания [1, 2], представляет собой совокупность процессов построения моделей и действия с моделями. Моделирование в познавательном аспекте [3] может быть рассмотрено как форма отражения действительности. Моделирование создает возможность переноса результатов, полученных в ходе построения и исследования моделей, на оригинал, и тем самым решает задачу переноса знаний. Моделирование не только одно из средств отображения явлений и процессов реального мира, но и объективный практический критерий проверки истинности знаний. Целью моделирования является либо «объяснение того, что есть», либо «прогнозирование того, что будет». Моделирование позволяет с меньшими затратами воссоздать процессы взаимодействия реального объекта и внешней среды (рисунок 1.1) и выявить критерии оптимизации этого взаимодействия. Основой моделирования являются модели.



В.П. Савиных

Космические пространства. Мир как система систем отражается и в космических исследованиях [4, 5, 6]. Рассматривая процесс освоения космического пространства как процесс познания мира, можно связать его с познанием мира на планете Земля. Это дает основание построить схему вложенных пространств, приведенную на рисунке 1 [7].

Следует также отметить, что новая наука геоинформатика изучает три пространства низших уровней. Из приведенных на рисунке 1 это следующие пространства: подземное пространство, наземное пространство и околоземное космическое пространство.

В работе [7] даны границы некоторых пространств из приведенных на рисунке 1. Следует отметить тенденцию смещения границы околоземного пространства, что обусловлено освоением космического пространства.

Говоря о познании окружающего мира, следует отметить процедуру наблюдения. В космических исследованиях функции наблюдения выполняет глобальный космический мониторинг [8, 9]. Кроме процедуры наблюдения в процессах познания используют сравнение. Одну из функций сравнения в космических исследованиях выполняет сравнительная планетология [10].

Информационные поля в космических исследованиях. Космические исследования направлены на изучение пространственных объектов и явлений. Они изучают реальные взаимосвязи между объектами окружающего мира.

Необходимо подчеркнуть различие между информационным полем [11] и информационным пространством [6, 12]. Пространство является оболочкой информационного поля. Информационное поле вложено в соответствующее информационное пространство. Информационное пространство является формальным отображением окружающего мира. Информационное поле является физическим отображением реального мира

Информационное поле содержит некие характеристики типа полевой переменной [11]. Оно может быть естественным и искусственным. Естественное информационное поле отражает внешний мир и служит источником информации и знаний для человека. Изучение



Рисунок 1 – Системная вложенность реальных пространств

этого поля осуществляется на основе технологий, которые создает человек. Это не только ограничивает исследование естественного поля, но и вносит искажения в его описание. По существу искусственное информационное поле представляет собой модель естественного поля. Это определяет моделирование в большом. Моделирование в малом представляет создание моделей на отдельные объекты в информационном поле.

Искусственное информационное поле можно рассматривать как антропогенную систему, содержащую связанные системы; информационные ресурсы, технологии их обмена и использования; хранилища информационных ресурсов; систему согласованных стандартов информационного обмена и технологий. Примером искусственного информационного пространства является навигационное поле, задаваемое глобальной навигационной спутниковой системой ГЛОНАСС или GPS.

В информационном поле и пространстве существуют пространственные отношения [13]. Информационные отношения являются обязательным фактором информационного поля и пространства.

Построение и виды моделей. При построении модели исходный объект (оригинал) заменяется другим объектом, называемым моделью. В модели входят множество параметров, связанных между собой. Часть параметров подлежит определению на основе измерений исходного объекта и рассматривается как совокупность известных значений. Другая часть параметров определяется на основе расчетов с использованием известных параметров. Единая классификация видов моделей затруднительна в силу многозначности понятия «модель» в науке и технике. Её можно проводить по различным основаниям: по характеру моделей; по характеру моделируемых объектов; по сферам приложения моделирования (моделирование в технике, в физических науках, в химии, моделирование процессов живого, моделирование психики и т. п.), по его уровням и т.д.

В связи с этим любая классификация моделей обречена на неполноту, тем более, что терминология в этой области не опирается на «строгие» правила. При знаковом моделировании моделями служат знаковые образования какого-либо вида: схемы, графики, чертежи, формулы, графы, слова и предложения в некотором алфавите. При натурном моделировании исследуемая система заменяется соответствующей ей другой материальной системой, которая воспроизводит свойства изучаемой системы с сохранением их физической природы. Возможности физического моделирования довольно ограничены. Оно позволяет решать отдельные задачи при задании небольшого количества сочетаний исследуемых параметров системы.

На практике во многих случаях предпочтительным оказывается использование математического моделирования [14]. Математическая модель представляет собой совокупность формальных описаний (формул, уравнений, неравенств, логических условий), отражающих реальный процесс изменения состояния объекта в зависимости от различных внешних и внутренних факторов.

В настоящее время широко применяется два вида математического моделирования: аналитическое и имитационное. Особым классом математических моделей являются имитационные модели [15]. Такие модели позволяют шаг за шагом воспроизводить события, происходящие в реальной системе и получать результат изменения состояний объекта под воздействием некой совокупности факторов. Данная модель позволяет проводить эксперименты, меняя при этом условия протекания процесса, и в конечном счете определить такие условия, при которых результат удовлетворяет требованиям. Преимуществом имитационных моделей является возможность замены масштабов процесса и масштабов временных интервалов.

Аналитическое моделирование позволяет получать решение, на основе аналитических зависимостей, описывающих реальные закономерности поведения моделируемого объекта. Задачей аналитического моделирования является получение теоретических результатов и сопоставление этих результатов с практикой.

Методология математического моделирования в кратком виде выражена триадой [16]

«модель–алгоритм–программа», сформулированной академиком А.А. Самарским, основоположником отечественного математического моделирования. Эта методология получила свое развитие в виде технологии «вычислительного эксперимента», разработанной школой А.А. Самарского, – одной из информационных технологий, предназначенной для изучения явлений окружающего мира, когда натуральный эксперимент оказывается слишком дорогим и сложным. Компьютерное моделирование, служит основой информационного моделирования [17]. Оно использует вычислительные средства для проведения различных видов моделирования.

Информационные технологии, поддерживающие моделирование, включают в себя методы построения различных моделей за счет набора специализированных пакетов. Это позволяет конечному пользователю. Не прибегая к услугам специалиста математика, осуществлять моделирование и проводить различные модельные эксперименты. Ниже приводится неклассифицированный перечень основных моделей реализуемых в информационных технологиях [18].

- 1 Модели информационных процессов и систем.
- 2 Физические модели.
- 3 Имитационные модели.
- 4 Математические модели.
- 5 Информационные модели.
- 6 Детерминированные модели.
- 7 Стохастические модели.
- 8 Модели бизнес-процессов.
- 9 Модели образовательных процессов.
- 10 Логические модели.
- 11 Аналитические модели.
- 12 Оптимизационные модели.
- 13 Дискретные модели.
- 14 Модели массового обслуживания.
- 15 Модели статистического анализа и прогнозирования.
- 16 Модели исчисления предикатов.
- 17 Реляционные модели.
- 18 Алгебраические модели.
- 19 Модели в виде дифференциальных уравнений.
- 20 Модели линейного программирования.
- 21 Модели динамического программирования.
- 22 Графовые модели.
- 23 Комбинаторное программирование.
- 24 Модели очередей.
- 25 Модели запасов.
- 26 Логистические модели
- 27 Модели регрессионного анализа.
- 28 Модели факторного анализа.
- 29 Модели кластерного анализа.
- 30 Другие.

Набор этих моделей позволяет осуществлять различные модельные эксперименты и проводить комплексное моделирование, что в целом повышает надежность и достоверность исследований и процесса познания.

Требования к моделям. Основное требование к моделям всех групп – изоморфизм на определенном уровне абстракции [18]. Оно определяет информационное соответствие строения модели и ее «оригинала». Изоморфными называют две системы с определёнными на них наборами предикатов, (т. е. свойств и

отношений), если между ними установлено взаимно-однозначное соответствие.

На практике требование изоморфизма не всегда возможно реализовать на всех уровнях абстракции. Например, аксиоматические теории допускают, вообще говоря, и не изоморфные между собой модели. Поэтому требование изоморфизма заменяют более мягким требованием гомоморфизма модели по отношению к оригиналу объекта. Это мощно рассматривать как упрощение свойств объекта. Гомоморфизм модели, в отличие от изоморфизма, сохраняет основные, но не все определённые на исходной системе свойства и отношения. Но и такое упрощение при построении модели не является окончательным. В отдельных случаях упрощение осуществляют до сходства на уровнях структуры.

Рассматривая две системы объектов A и B , имеющие наборы образов на разных уровнях абстракции, мы будем называть B моделью A , если некоторый гомоморфный образ A и B изоморфны между собой.

Модель M (отражение) объекта O (оригинала) можно рассматривать как очередной объект и упрощая ее строить модель более высокого уровня абстракции M_1 и так далее. В общем случае процесс построения моделей можно записать (1) как [18]:

$$O \rightarrow M \rightarrow M_1 \rightarrow M_i \rightarrow M_{1n}. \quad (1)$$

Здесь стрелка \rightarrow не импликация, а обозначение отношения «есть модель». Это отношение допускает как упрощение (гомоморфизм) так и тождество (изоморфизм). Согласно этому определению, при изоморфизме отношение «есть модель» обладает свойствами:

Рефлексивности (любая система есть своя собственная модель).

Симметричности («оригинал» и модель могут меняться ролями).

Транзитивности (модель модели есть модель исходного объекта).

Эти свойства вытекают при изоморфизме отношения \rightarrow .

При гомоморфизме выражение (1) *транзитивно* и *антисимметрично* (модель и «оригинал» не равноправны), порождая тем самым иерархию моделей (начиная с «оригинала») по понижающейся степени сложности. Это дает основание рассматривать разные абстракции как модели. Сложная система как абстракция реальной системы может рассматриваться как модель, но на практике разграничивают понятия системы и модели.

Рассматривая отношение модели и объекта, а также форму реализации самой модели, можно определить следующие обобщенные требования к модели, дополнительно к отмеченным выше.

Модель может служить основой интерпретации объекта исследований и сама должна быть интерпретируемой [19].

Модель должна не только давать описание объекта моделирования (статический аспект), но и давать возможность исследования его в динамике (динамический аспект), т.е. создавать возможность моделирования.

Модель можно рассматривать как представление объекта исследований.

Модель как звено в цепочке абстрактных объектов можно рассматривать как следование.

Методология построения моделей. Методология построения моделей выступает в форме описаний и предписаний [20], в которых фиксируются содержание свойств или требований к модели и последовательность определённых видов построения моделей. Рассмотрим следующие свойства модели интерпретируемость, структурность, отражение, следование, представление.

Интерпретируемость Интерпретация (от лат. interpretatio – толкование, объяснение) [19] – совокупность значений, придаваемых тем или иным способом элементам какой либо теории или понятия. Понятие интерпретации имеет важное значение при сопоставлении научных теорий с отраженной в них реальностью, при описании разных способов построения теории и при характеристике изменения соотношения между ними в ходе

развития познания. Интерпретируемость может быть как соответствие представления объекту. По мере возрастания уровня абстракции моделей ее интерпретируемость, становится все менее очевидной. Однако при этом возрастает переносимость применения данной модели.

Структурность. Структура – свойство (необязательное) модели, определяющее относительно устойчивое единство ее элементов, их отношений и целостности модели; инвариантный аспект модели. Структура означает наличие компонентов и элементов модели [21]. Для информационных моделей существует понятие информационная конструкция [22] как обобщенное описание моделей.

Модель как отображение. Отображение – всеобщее свойство материальных объектов, которое состоит в условном соответствии одного объекта (объект отображения) с другим объектом (объект оригинал). Эта специфическая реакция определяет разную степень информационного соответствия между объектами и может осуществляться многократно [23]. Объект отражение может быть оригиналом для другого объекта отражения и т.д. Основными компонентами отображения являются:

- 1) материальный агент (носитель) информации;
- 2) способы формального описания (язык информатики);
- 3) способы семантического описания содержания оригинала и модели;
- 4) способы преобразования информации об оригинале в информацию объекта отражения;
- 5) набор методов построения модели;
- 6) набор логико-математических методов верификации модели;
- 7) набор методов оценки существенности или информационного соответствия между моделью и оригиналом.

По поводу пунктов 2 и 3 следует отметить, что одно и то же содержание может быть выражено в различных формах. Во всяком отображении можно выделить две важные стороны – отображение содержания или существенных признаков и отображение формы или формальных видимых признаков.

Для понимания отображения важен также принцип извлечения информации [24], выражающий тот факт, что содержание отображения выступает как информация об источнике-объекте, как представление, извлекаемое из объекта отражения. Необходимо выделить еще одну характеристику отображения – вид соответствия или сходства между отображением и оригиналом. В информационном моделировании это называется информационным соответствием [25, 26, 27]. Это понятие трактуют по разному.

Под информационным соответствием элементов информационной модели [25, 26] понимают такое их состояние, когда каждый из них в отдельности располагает одинаковыми осведомляющими, процедурными и декларативными знаниями. Информационное соответствие – свойство взаимодействующих информационных моделей и их элементов, определяющее достаточность информационных ресурсов для выполнения моделями или их элементами своих функций [27].

Если оригинал имеет формальную структуру, то с формальной стороны отображение можно рассматривать как преобразование одной структуры в другую. Если оригинал имеет семантическую структуру, то с отображение можно рассматривать как преобразование с сохранением топологической структуры информационного поля. Характеристикой модели является предметность или связь с определенной предметной областью. Характеристикой содержания отображения является ценность информации. Этот аспект отображения называют прагматическим.

Модель как представление. Любое представление формируется на основе понимания функции, значения представляемого предмета или явления. В основе представления лежит чувственно-образная модель, соединяющая в себе чувственно-непосредственный и абстрактно-всеобщий моменты индивид, знания. Такая модель является посредником между непосредственно-индивидуальным восприятием объектов действительности и их

понятийной сущностью. Осуществляемое в научном познании «наглядное» моделирование чувственно не воспринимаемых объектов и процессов также является формой, в которой понятая сущность представляется нам. Таким образом, представление связано с чувственным восприятием субъекта и должно быть ориентировано на него [28].

Модель как следование. Следование – отношение между суждениями, играющее центр. роль в дедуктивной логике. Следование принадлежит к числу фундаментальных, исходных, понятий логики. Чрезмерные претензии на «строгую» его дефиницию приводят к кругу в определении. Понятие следование можно охарактеризовать, с одной стороны, в содержательных, интуитивных терминах, а с другой – «операционально», указанием связи его с другими логическими понятиями.

Возможность моделирования основана на том, что модель должна в определённом смысле (на определенном уровне абстракции) отображать какие-либо черты оригинала. Такое отображение, или связанная с ним идея подобия, возможно лишь при наличии или выявлении изоморфизма или гомоморфизма между объектом и создаваемой моделью.

В настоящее время широко применяют следующие способы и методы построения моделей: аналогии, формализации, математического моделирования, подобия, редукции. Метод аналогии состоит в том, что построение модели строится на основе раскрытия *внутреннего единства модели и объекта* моделирования, раскрытия общности в их законах. Этот метод широко применяется в кибернетике.

Метод формализации состоит в том, что построение модели на основе *обобщении формы различных по своему содержанию процессов*, на абстрагировании их формы от содержания с целью выработки общих приемов оперирования с ней. Этим методом широко пользуются математическая логика, кибернетика и некоторые другие направления.

Метод математического моделирования состоит в том, что является конкретизацией предыдущего метода, распространенного на изучение и обобщение количественной стороны, общих связей и структуры изучаемых предметов и процессов; сюда же относятся, в частности, методы статистики и теории вероятности, а также связанные с применением информационно- вычислительных систем.

Метод подобия состоит в том, что моделируется сущность объекта моделирования путем искусственного перевоплощения ее в образ вещественной или абстрактной модели.

Метод редукции состоит в упрощении характеристик или описаний оригинала.

Применяют три типа информационных моделей (рисунок 2). Это информационно-описательные, ресурсные, интеллектуальные.

Информационно-описательным классом моделей называют класс моделей, которые построены как описание некоего процесса, явления, объекта, сущности, факта и т.д. Модели этого класса выполняют функции информационного сообщения.

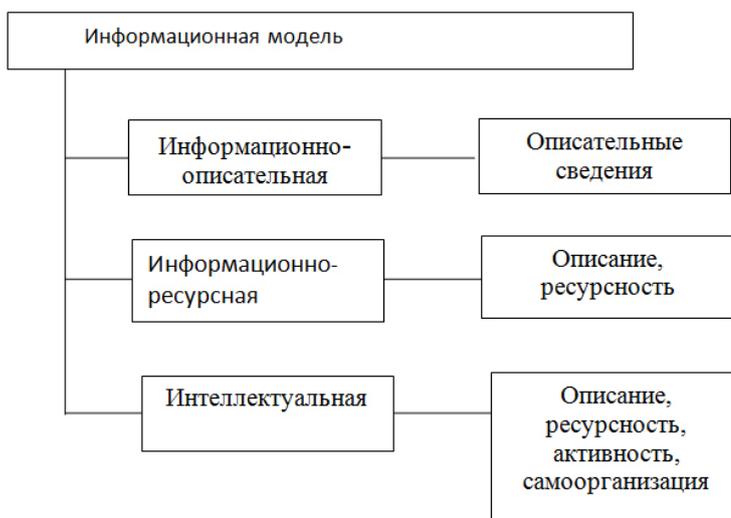


Рисунок 2 – Классификация информационных моделей

Для информационно-описательных моделей характерны следующие признаки *внутренняя интерпретируемость, структурированность, связность*. Внутренняя интерпретируемость достигается использованием тезаурусов или словарей, связанность достигается на основе контекста. Примерами таких моделей могут служить: файл, текстовый документ, речевое сообщение, рисунок и пр.

Информационно-ресурсным классом моделей называют класс моделей [29], включающих свойства моделей информационно-описательного класса и обладающих свойствами накопления информации и совершенствования. Это свойство называют актуализацией, т.е. возможностью обновления части информации, содержащейся в модели при сохранении модели как таковой. Основные функции этих моделей: описание объекта, хранение информации о нем, получение дополнительной информации с помощью запросов к хранимой информации.

Ресурсность модели свойство модели, которое заключается в возможности накопления опыта в виде явного или неявного знания и преобразования этого знания в ресурс. Ресурсность модели означает возможность *повышения качества* модели и *расширяет возможность применения* модели. Для информационно-ресурсных моделей характерны следующие признаки: *внутренняя интерпретируемость, структурированность, связность, шкалирование*. Внутренняя интерпретируемость, структурированность, связность достигаются построением модели базы данных.

Интеллектуальные модели – модели, обладающих способностью к накоплению информации, самосовершенствованию и осуществлению действий независимо от субъекта, создавшего эти модели.

Для осуществления успешного моделирования в информационных технологиях модель должна содержать следующие основные свойства:

- целенаправленность – модель всегда отображает некоторую систему, т.е. имеет цель;
- конечность – модель отображает оригинал лишь в конечном числе его отношений и, кроме того, ресурсы моделирования конечны;
- упрощенность – модель отображает только существенные стороны объекта и, кроме того, должна быть проста для исследования или воспроизведения;
- адекватность – модель должна соответствовать моделируемому объекту;
- наглядность, обозримость основных ее свойств и отношений;
- технологичность для исследования или воспроизведения;
- информативность – модель должна содержать достаточную информацию о системе (в рамках гипотез, принятых при построении модели) и должна давать возможность получить новую информацию;
- полнота – в модели должны быть учтены все основные связи и отношения, необходимые для обеспечения цели моделирования;
- устойчивость – модель должна описывать и обеспечивать устойчивое поведение системы, если даже она вначале является неустойчивой;
- целостность – модель реализует некоторую систему (т.е. целое);
- замкнутость – модель учитывает и отображает замкнутую систему необходимых основных гипотез, связей и отношений;
- адаптивность – модель может быть приспособлена к различным входным параметрам, воздействиям окружения;
- управляемость (имитационность) – модель должна иметь хотя бы один параметр, изменениями которого можно имитировать поведение моделируемой системы в различных условиях;
- эволюционируемость – возможность развития моделей.

Моделирование с использованием стратификации. Одна из основных задач построения модели – разбиение информационной конструкции как обобщенной модели на иерархические слои или компоненты. Она решается с помощью стратификации. Стратификация – процедура разбиения сложной системы на некие подсистемы (слои или страты) по типовым признакам и определенным правилам. Стратификация позволяет решать следующие задачи:

- 1 Осуществлять анализ системы путем построения ее структуры с заданной степенью

детализации.

2 Создавать подмодели с явно выраженным признаком.

3 Проводить обработку и преобразование сразу над группой элементов или множеством данных модели.

Процесс стратификации может быть осуществлен на основе выделения частей модели как условно независимых по выбранному критерию или параметру.

Определим исходную модель IM как функциональное преобразование F входного множества X (оригинал) на выходное множество Y (модель). В формальном представлении это будет соответствовать записи:

$$IM: F(X) \rightarrow Y. \quad (1)$$

В выражении (1) просматривается отличие модели IM от сложной системы S , приводимое в общей теории систем, например в [30]. Это отличие заключается в обязательном наличии функционального преобразования F , задающего функции и цель модели. В общем случае любая модель может считаться неоднородной (гетерогенной), поэтому ее можно разбить на однородные или условно независимые компоненты.

Страты – части (уровни), определяемые либо по совокупности сходных признаков, либо по критерию условной независимости.

В теории моделирования [18] это соответствует типизации, которая осуществляется либо на основе разбиения большой системы на типы, либо на основе объединения малых систем по общим признакам. Как правило, модель разбивается первоначально на самые крупные части по качественным признакам.

Для выбора критерия независимости частей модели можно вспомнить, что независимые величины образуют ортогональные системы векторов гильбертова пространства. Если возможно описание прикладной системы в виде векторов, компонентами которых являются совокупности параметров системы, то критерием независимости будет являться равенство нулю скалярных произведений этих векторов гильбертова пространства.

Если описание прикладной системы дается не в виде векторов, а в виде теоретико-множественного описания, то критерием независимости ее частей будет разложение множества параметров системы на подмножества, входящие в прямое или декартово произведение.

Для последнего случая можно утверждать, что стратификация системы IM как процедура ее разделения на подсистемы, возможна, если множества входной (X) и выходной (Y) информации неоднородны и представимы в виде декартовых произведений (\otimes), т.е. если входная и выходная информация образует два независимых базиса X_i и Y_i :

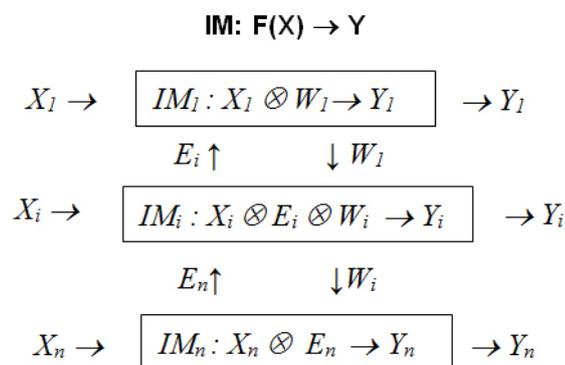
$$\begin{aligned} X &= (X_1 \otimes X_2 \dots X_n); \\ Y &= (Y_1 \otimes Y_2 \dots Y_m) \end{aligned} \quad (2)$$

В этом случае система IM может быть описана в виде совокупности n подсистем (уровней или страт). Для каждой подсистемы имеет место выражение, аналогичное (1) для всей системы. Это вытекает из общих свойств, присущих прикладной системе и ее частям.

$$\begin{aligned} IM_1 &: X_1 \otimes W_1 \rightarrow Y_1; \\ IM_i &: X_i \otimes E_i \otimes W_i \rightarrow Y_i; \\ IM_n &: X_n \otimes E_n \rightarrow Y_n; \\ n &= \min(n, m), \end{aligned} \quad (3)$$

где E , W – соответственно нисходящие и восходящие информационные потоки, обеспечивающие связи между уровнями.

Количество подсистем или уровней, описывающих модель IM , определяется минимальной размерностью одного из базисов X_i или Y_i , входящих в выражение (2). Следует отметить важный фактор, что наличие нисходящих и восходящих потоков объединяет подуровни в единую систему. Отсутствие таких потоков приводит к тому, что исходная система IM разбивается на совокупность независимых более мелких систем. Собственно эти потоки и являются внутренними связями. Технология стратификации, в



соответствии с методикой изложенной в [31], показана на рисунке 3.

Процедура стратификации, при теоретико-множественном описании системы, может быть сведена к следующим (рисунок 3):

- разложение входных/выходных данных на независимые базисы;
- выявление внутренних связей (нисходящих и восходящих информационных потоков);
- использовать правило трех общих свойств для системы и ее частей;

Рисунок 3 – Технология стратификации и стратифицированная модель

- формирование подсистем согласно (3) по базису наименьшей размерности из (2).

В дальнейшем процедуру стратификации можно применять по отношению к каждой подсистеме и т.д. Следует отметить, что стратификацию можно рассматривать как разновидность редукционного моделирования, потому, что она позволяет исследовать законов взаимодействия элементов и структуры прикладной системы.

В заключении отметим, что рассмотренный подход позволяет проектировать и анализировать свойства и характеристики разных систем от геоинформационных до систем массового обслуживания.

Информационное визуальное моделирование. Визуальные модели – модели, основанные на графическом представлении информации и возможности создания визуальных информационных моделей. Визуальные модели по аспекту реализации можно разделить на статические (неизменяемые изображения) и динамические (анимации, интерактивные изображения, изменяемые изображения).

По аспекту размерности визуальные модели делятся на плоские (2D), квазиобъемные (2,5D) и трехмерные (3D). В аспекте цвета можно выделить их следующие функции: контроль пороговых значений, цветопередачу объектов и цветопередачу характеристик. Визуальные модели в отличие от статических изображений могут выполнять три основные функции, позиционную, индикационную, знаковую.

Знаковая функция заключается в указании значения того, что за объект отображается в данной визуальной модели. Знаковая функция является отражением «Герменевтического» принципа. Применительно к анализу или обучению, данный принцип направлен на то, чтобы исследователь понимал смысл изучаемой визуальной модели («герменевтика» – это «разъясняю», «истолковываю»).

Позиционная функция заключается в указании места пространства, в котором проходит исследование или анализ.

Индикационная функция заключается в указании наличия данного объекта (явления) или наличия его состояния (изменения). Особенностью визуальных моделей является возможность повторения изображений с целью показа динамики изменения процесса или выявления различий. При повторении визуальных моделей в сценарии получатся знаковая избыточность, которая с одной стороны повышает эффективность индикационной функции, с другой повышает достоверность информации и ее лучшую усвояемость. Как коммуникация визуальная модель передает большее количество информации по сравнению

с текстом и цифрой за короткие промежутки времени. Это определяет их преимущества в оперативном и ситуационном анализе.

Визуальное моделирование включает процедуры построения и изменения визуальных моделей, направленные на оптимальное принятие решений. Примерная последовательность действий визуального моделирования такова:

- 1 Определение цели моделирования.
- 2 Выбор типов и характеристик визуальных моделей.
- 3 Подготовка списка статических и/или динамических визуальных моделей.
- 4 Задание палитры и системы видеопередачи.
- 5 Задание параметров представления ракурсов, окон, масштабов и т.п.
- 6 Разработка механизмов анимации.
- 7 Психофизическая оценка восприятия визуальных моделей потребителем по отдельным фрагментам и циклам.
- 8 Подготовка сценария моделирования.
- 9 Выбор информационной среды, в которой будет реализовано визуальное моделирование.
- 10 Разработка механизмов интерактивного взаимодействия пользователя с моделью.
- 11 Разработка механизмов информационной защиты.

Выделяют три вида программных средств, работающих с визуальными моделями. К первому относятся методы, позволяющие *создавать* исходные модели. Во второй вид входят методы, предназначенные для *объединения* исходных графических моделей в системы, сценарии, включая, если надо текст, звук или анимацию. В третий вид входят методы, предназначенные для *показа* (визуализации) готовых сценариев визуального моделирования. Они в частности, позволяют осуществлять и межплатформенный обмен. Таким образом, визуальные модели являются очередным шагом в индустрии информатизации и способствует получению знаний во многих областях.

Заключение. Космические исследования являются важным источником информации и построения картины мира [32, 33]. Современные космические исследования связаны с применением «земных» наук геоинформатики, географии, геодезии. Это с одной стороны служит развитием этих наук, с другой стороны требует внедрения новых методов анализа, обусловленных новыми задачами и требованиями. Только такой комплексный подход [34] к исследованию космического пространства обеспечивает сопоставимость и анализ данных получаемых при этих исследованиях и дает возможность создания гармоничной, непротиворечивой картины мира.

Модели являются инструментом исследования окружающего мира. Как метод познания модели в космических исследованиях служит средством построения картины мира. Как информационный метод модели в космических исследованиях служат инструментом извлечения информации из информационного поля космического пространства [35]. В социальном плане модели в космических исследованиях служат средством обеспечения безопасности человечества от глобальных угроз [35, 36].

Литература

1. *Цветков В.Я.* Моделирование научных исследований в автоматизации и проектировании. М.: ГКНТ, ВНИИЦентр, 1991. 125 с.
2. *Tsvetkov V.Ya.* Worldview Model as the Result of Education // World Applied Sciences Journal. 2014. № 31 (2). P. 211–215.
3. *Болбаков Р.Г., Жигалов А.А., Мордвинов В.А., Цветков В.Я.* Когнитивное моделирование: монография. М.: МаксПресс, 2015. 76 с.
4. *Бондур В.Г., Калери А.Ю., Лазарев А.И.* Наблюдения Земли из космоса. Орбитальная станция «Мир». 1992. Март–авг. СПб.: Гидрометеоздат, 1997. 92 с.
5. *Савиных В.П.* Информационное обеспечение космических исследований // Перспективы науки и образования. 2014. № 2. С. 9–14.
6. *Бондур В.Г.* Информационные поля в космических исследованиях // Образовательные

ресурсы и технологии. 2015. № 2 (10). С. 107–113.

7. *Цветков В.Я.* Космический мониторинг: монография. М.: МАКС Пресс, 2015. 68 с.

8. *Бондур В.Г.* Космический мониторинг природных пожаров // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. 2011. № 2–3. С. 78–94.

9. *Tsvetkov V.Ya.* Global Monitoring // European Researcher. 2012. Vol. (33). № 11-1. P. 1843–1851.

10. *Савиных В.П., Цветков В.Я.* Сравнительная планетология. М.: МИИГАиК, 2012. 84 с.

11. *Tsvetkov V.Ya.* Information field // Life Science Journal. 2014. № 11(5). Pp. 551–554.

12. *Ожерельева Т.А.* Об отношении понятий информационное пространство, информационное поле, информационная среда и семантическое окружение // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 10. С. 21–24.

13. *Цветков В.Я.* Пространственные отношения в геоинформатике // Науки о Земле. 2012. Вып. № 1. С. 59–61.

14. *Бондур В.Г., Журбас В.М., Гребенюк Ю.В.* Математическое моделирование турбулентных струй глубинных стоков в прибрежные акватории // Океанология. 2006. Т. 46. № 6. С. 805–820.

15. *Бондур В.Г., Аржененко Н.И., Линник В.Н., Титова И.Л.* Моделирование многоспектральных аэрокосмических изображений динамических полей яркости // Исследование Земли из космоса. 2003. № 2. С. 3–17.

16. *Цветков В.Я.* Триада как инструмент научного анализа // Славянский форум. 2015. № 3(9). С. 294–300.

17. *Соловьёв И. В.* Информационное пространственное моделирование // Славянский форум. 2015. № 4(10). С. 306–315.

18. *Цветков В.Я.* Модели в информационных технологиях. М.: Макс Пресс, 2006. 104 с.

19. *Чехарин Е.Е.* Алгоритмы интерпретации данных дистанционного зондирования // Славянский форум. 2015. № 3(9). С. 301–308.

20. *Бондур В.Г., Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф., Савиных В.П.* Мониторинг и предсказание природных катастроф // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2004. № 9. С. 3–8.

21. *Ожерельева Т.А.* Структурный анализ систем управления // Государственный советник. 2015. № 1. С. 40–44.

22. *Tsvetkov V.Ya.* Information Constructions // European Journal of Technology and Design. 2014. Vol. (5). № 3. P. 147–152.

23. *Бондур В.Г., Калери А.Ю., Лазарев А.И.* Наблюдения Земли из космоса. Орбитальная станция «Мир». 1992. Март–авг. СПб.: Гидрометеоздат, 1997. 92 с.

24. *Савиных В.П., Цветков В.Я.* Особенности интеграции геоинформационных технологий и технологий обработки данных дистанционного зондирования // Информационные технологии. 1999. № 10. С. 36–40.

25. *Иванников А.Д., Тихонов А.Н., Соловьёв И.В., Цветков В.Я.* Инфосфера и инфология. М: ТОРУС ПРЕСС, 2013. 176 с.

26. *Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я.* Основы управления сложной организационно-технической системой. Информационный аспект. М.: МаксПресс, 2010. 228 с.

27. *Цветков В.Я.* Когнитивные аспекты построения виртуальных образовательных моделей // Перспективы науки и образования. 2013. № 3. С. 38–46.

28. *Соловьёв И.В.* Идеальное, формальное, материальное – в информационных сообщениях // Перспективы науки и образования 2014. № 1. С. 51–55.

29. *Соловьёв И.В.* Новый подход к оценке информационных ресурсов // Славянский форум. 2012. № 1(1). С. 258–262.

30. *Монахов С.В., Савиных В.П., Цветков В.Я.* Методология анализа и проектирования сложных информационных систем. М.: Просвещение, 2005. 264 с.

31. *Цветков В.Я.* Геоинформационные системы и технологии. М.: Финансы и статистика, 1998. 288 с.

32. *Цветков В.Я.* Информационное описание картины мира // Перспективы науки и образования. 2014. № 5. С. 9–13.

33. *Савиных В.П.* Космические исследования как средство формирования картины мира // Перспективы науки и образования. 2015. № 1. С. 56–62.

34. *Бондур В.Г.* Принципы построения космической системы мониторинга Земли в экологических и природно-ресурсных целях // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1995. № 2. С. 14–38.

35. *Бондур В.Г.* Актуальность и необходимость космического мониторинга природных

пожаров в России // Вестник Отделения наук о Земле РАН. 2010. Т. 2. С. 1–15.

36. Бондур В.Г., Зверев А.Т. Метод прогнозирования землетрясений на основе линейного анализа космических изображений // Доклады Академии наук. 2005. Т. 402. № 1. С. 98–105.

Information models by remote sensing of earth

Viktor Petrovich Savinych, Doctor of Technical Sciences, Professor, President of the Moscow State University of Geodesy and Cartography

This article describes the model used in remote sensing. The article shows the system of the world. The article reveals the importance of information in the field of space research. The article gives a taxonomy of models used in space exploration. This article describes the requirements for the models used in the remote studies. The article reveals the contents of the important properties of models such as interpretability, structural, reflection, following. The article discloses a technique stratification model. This article describes the visual modeling as a mandatory component in space and remote sensing research

Keywords: remote research, applied geoinformatics, simulation, models, spatial models, stratification, information visualization

УДК 528.2/5 528.8 528.02

РЕЦЕПЦИЯ ИНФОРМАЦИИ

Виктор Яковлевич Цветков, проф., д-р техн. наук,
заместитель руководителя центра перспективных фундаментальных и прикладных исследований ОАО «НИИАС»,

Лауреат премии Президента РФ, Лауреат премии Правительства РФ,
«Заслуженный деятель науки и образования», «Почетный работник науки и техники»,
«Почетный работник высшего профессионального образования»,
«Отличник геодезической службы»,

Академик: Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского (РАКЦ), Российской академии естествознания (РАЕ), Российской академии информатизации образования (РАО), Международной академии наук Евразии (IEAS),
e-mail: cvj2@mail.ru,

Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (ОАО «НИИАС»),
<http://www.vniias.ru>

Статья описывает модель рецепции информации при анализе сложных информационных конструкций и информационных коллекций. Выделены особенности рецепции информации: когнитивный фильтр, когнитивное взаимодействие, когнитивная область, геитальт. Раскрыто содержание когнитивного фильтра на примере четырех уровневой модели. Когнитивный фильтр позволяет формировать: когнитивную, коммуникационную и информационную модели. Статья раскрывает содержание когнитивного взаимодействия, которое может быть реализовано только с применением когнитивного, а не информационного фильтра. Раскрывается содержание понятия рецепция информации применительно к информатике и информационным технологиям. Раскрывается особенность явления геитальт в терминах моделей информационных ситуаций. Отмечена его неоднозначность и необходимость когнитивного анализа. Отмечена целостность геитальта как обязательное свойство, которым должна заканчиваться рецепция информации.

Ключевые слова: познание, когнитология, рецепция информации в технических системах, информационная ситуация, когнитивный фильтр, когнитивная обработка информации, когнитивное взаимодействие, геитальт, информационная симметрия, целостность восприятия