

105.

23. Бондур В.Г., Зверев А.Т. Механизмы формирования линеаментов, регистрируемых на космических изображениях при мониторинге сейсмоопасных территорий // Исследование Земли из космоса. 2007. № 1. С. 47–56.

24. Шаранов Р. В. Мониторинг экзогенных процессов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2012. № 2. С. 39–42.

25. Бондур В.Г., Килер Р.Н., Старченков С.А., Рыбакова Н.И. Мониторинг загрязнений прибрежных акваторий океана с использованием многоспектральных спутниковых изображений высокого пространственного разрешения // Исследование Земли из космоса. 2006. № 6. С. 42–49.

26. Бармин И.В., Савиных В.П., Цветков В.Я., Зятыгалова В.В. Мониторинг загрязнений моря судами по данным дистанционного зондирования // Морской сборник. 2013. Т. 1998. № 9. С. 41–49.

Geoinformation space monitoring

Romanov Iliya Andreevich. Aspirant, Research Institute of Aerospace Monitoring «Aerocosmos»

This article describes a new integrated technology - Geoinformation space monitoring. This technology is the result of the integration of geo-information and space monitoring. We describe its features and specific applications.

Keywords: space research, geoinformatics, monitoring, geodata, spatial analysis

УДК 528.88; 551.465; 551.463.8; 551.463.6; 528.873.044.1; 629.78

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЗЕМЛИ

Евгений Евгеньевич Чехарин, соискатель,

E-mail: mireanir@bk.ru,

Научно-исследовательский институт

аэрокосмического мониторинга «Аэрокосмос»,

http://www.aerocosmos.info

Статья описывает интерпретацию космической информации при исследовании Земли. Вводится понятие информационной конструкции как обобщённого понятия для разных объектов в космической информации. Предлагается интерпретировать объекты с использованием понятий интерпретационного поля и семантического окружения. Описан структурный анализ информационной конструкции как этап её интерпретации. Описаны разные интерпретационные поля, свойственные космической информации.

Ключевые слова: космические исследования, информационные конструкции, информационные единицы, интерпретационное поле, когнитивная семантика, интерпретация.

Введение

В широком понимании космические исследования представляют собой комплекс научных и технологических программ, направленных на сбор информации о космическом и околоземном пространстве [1, 2]. Современные фундаментальные космические исследования оказывают мощное воздействие на развитие технологий. В этой области есть специфическое направление, связанное с исследованием Земли из космоса [3, 4, 5]. Исследование Земли из космоса интенсивно развивается, что обусловлено рядом причин. Актуальная в последние годы проблема гло-



Е.Е. Чехарин

бального экологического мониторинга Земли требует создания системы и технологии глобального мониторинга [6]. Интегрирующей основой является геоинформационный мониторинг [7], а доминантой мониторинга являются космические методы наблюдения. Составной частью программ исследования Земли из космоса является спутниковый мониторинг [3, 8, 9], который обладает большими преимуществами по сравнению с наземными средствами. Космические исследования земной поверхности дают возможность организации оперативного наблюдения в любой точке земного шара. При этом появляется возможность использования спутниковых данных для решения различных задач [10, 11, 12].

Особенности космических исследований. Космические методы широко используются для мониторинга Мирового океана и в настоящее время играют важную роль в создаваемой Глобальной системе наблюдения за океаном (ГСНО) (UNESCO, 2003) [3].

Важным методом для решения задач дистанционного исследования поверхности Земли из космоса является использование и тематический анализ изображений, полученных установленными на космических аппаратах и работающими в разных частотных диапазонах приборными комплексами. Многие спутники оснащены приборами дистанционного зондирования для получения разносторонней геофизической информации, необходимой для оценки состояния окружающей среды и природо-ресурсных исследований [13]. При космических исследованиях применяют активные и пассивные сенсоры, которые осуществляют прием данных в видимой, инфракрасной и микроволновой областях электромагнитного диапазона [14]. Получение этих данных позволяет извлекать разнообразную информацию:

- альтиметры, скаттерометры, радары с синтезированной апертурой используются для определения высот, уровня океанов и морей, наблюдений за ледяным покровом и нефтяным загрязнением;
- цветовые сканеры определяют спектральные свойства радиации, поверхности, которая несет информацию о различных оптических характеристиках поверхностного слоя;
- оптический диапазон позволяет наблюдать визуальные изменения на поверхности Земли и мирового океана;
- инфракрасные и микроволновые сенсоры используются для измерения температуры поверхности;
- пассивные микроволновые сенсоры могут измерять информационное поле температуры поверхности в условиях сплошной облачности.

Область применения космических данных, получаемых со спутников, чрезвычайно широка и частично отражается следующими примерами [15, 16, 17]:

- охрана окружающей среды;
- мониторинг динамики водной поверхности;
- глобальный экологический мониторинг поверхности, морей и океанов;
- дифференцированный мониторинг экологического состояния в районах добычи природных ресурсов;
- контроль береговых зон, наблюдение за судами, выявление и отслеживание нефтяных загрязнений;
- контроль влияния строительства объектов на окружающую среду;
- оперативное картографирование объектов на земной и водной поверхности;
- оперативное картографирование чрезвычайных ситуаций;
- выявление динамики процессов на земной поверхности;
- оценка состояния ледовой и снеговой обстановки на суше и на море;
- изучение облачного покрова, мониторинг опасных атмосферных явлений, оценка безопасности полетной обстановки;

- мониторинг лесных пожаров, наводнений;
- обновление национальной инфраструктуры пространственных данных;
- изучение глобального и регионального изменения климата;
- контроль обстановки в приграничных районах.

Все вышеперечисленные методы создают проблемы систематизации, обработки и интерпретации разнообразной космической информации.

Интерпретация как формальная процедура. Интерпретация трактуется как совокупность значений, придаваемых какой-либо модели, понятию, конструкции. При интерпретации различают объект интерпретации и метод интерпретации. Интерпретация всегда связана с семантическим окружением объекта интерпретации. Интерпретация процессов, результатов и данных и информационных конструкций осуществляется в информационной области. Информационная область – это локальное пространство, в котором находится объект интерпретации, его семантическое окружение [18]. Информационная конструкция – это обобщенное понятие [19]. Оно включает понятия: информационная модель, информационное сообщение и информационный объект.

Большую роль в развитии методов интерпретации играет когнитивная информационная семантика. Она является частью когнитивной информационной лингвистики. Обе науки используют междисциплинарный перенос понятий наук об информации в семантику и лингвистику.

Когнитивная информационная семантика делит семантику на смысловое построение и выражение знания. Этим когнитивная информационная семантика изучает многое из того, что входило в сферу прагматики, а также семантики. Когнитивная информационная семантика осуществляет смысловое построение на основе интерпретации информационных объектов и информационных моделей. Такая интерпретация требует создания таких моделей, что является определенной трудностью. Однако при успешной реализации информационных моделей появляется возможность объективизации характеристик, которые ранее входили в когнитивную область и были связаны с субъектом и его возможностями.

Интерпретация информационной конструкции (ИК) и информационных единиц осуществляется в интерпретационном поле. Интерпретационное поле включает семантическое окружение. Информационная модель семантического окружения [17] включает формальные и когнитивные признаки, которые в том или ином аспекте интерпретируют основное информационное содержание информационной конструкции, вытекают из него, либо дают его качественную оценку.

Интерпретационное поле информационной конструкции включает многочисленные признаки, характеризующие знание данной области исследования. Интерпретационное поле неоднородно по формальным и когнитивным признакам. В нем вычленяются несколько зон интерпретационного поля, которые обладают определенным внутренним содержательным единством и объединяют близкие по содержанию когнитивные

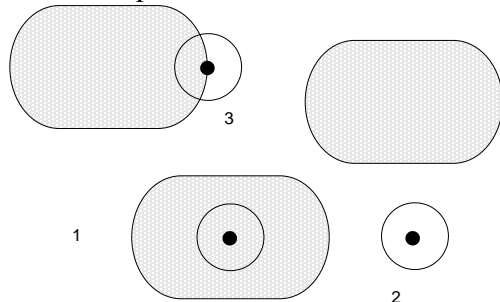


Рисунок 1 – Информационное поле информационной конструкции и её интерпретируемость

признаки [20]. Рассмотрим формальные признаки (рисунок 1). На рисунке 1 показаны три информационные ситуации:

1 – полная интерпретируемость информационной единицы. Она соответствует информационной ситуации, при которой информационная конструкция (точка) и ее семантическое окружение (маленький круг) полностью лежит в интерпретационном поле (заштрихованная эллиптическая область);

2 – информационная ситуация полной не интерпретируемости ИК. Она соответству-

ет информационной ситуации, при которой информационная конструкция (точка) и ее семантическое окружение (маленький круг) полностью лежит вне интерпретационного поля;

3 – частичная интерпретируемость ИК. Она соответствует информационной ситуации, при которой информационная конструкция (точка) и ее семантическое окружение (маленький круг) частично лежат в интерпретационном поле.

Принцип формальной интерпретируемости прост и понятен. Если семантическое окружение попадает в область интерпретации (1), то имеет место полная формальная интерпретируемость. Это означает что признаки, образующие семантическое окружение информационной конструкции полностью совпадают с множеством признаков интерпретации. Частичная интерпретируемость (3) – это ситуация, в которой семантическое окружение принадлежит частично области интерпретации. Это означает, что для части признаков интерпретация имеет место, а для другой части не имеет. Используя рисунок 1, имеем 3 информационные конструкции: (IC_1, IC_2, IC_3), и соответствующих им информационных окружения (IE_1, IE_2, IE_3) и области интерпретации (A) и не интерпретации (B). Тогда:

$$\begin{aligned} IC_1 &\subset IE_1 \subset A; \\ IC_2 &\subset IE_2 \cap A; \\ IC_3 &\subset IE_3 \not\subset A. \end{aligned}$$

Более сложной является оценка интерпретационного поля по когнитивным признакам. Воспользуемся оценкой из работы [20]. Для когнитивной интерпретации используют понятие зоны, что в топологическом представлении соответствует образу множества. Осуществим междисциплинарный перенос понятий, применив анализ концепта к анализу информационной конструкции. Это допустимо, поскольку информационная конструкция включает в себя понятие концепта в информационной области. Авторы [20] выделяют следующие зоны или области: оценочная, энциклопедическая, утилитарная. Добавим к ним атрибутивные и процессуальные зоны.

Оценочная область интерпретационного поля включает когнитивные признаки, выражающие общую оценку. При этом часто такая оценка лежит в оппозиционной шкале и выражается через оппозиционные переменные [21]. Например, (хороший/ плохой), (точный /неточный), (хорошее разрешение/ плохое разрешение), (точные измерения/ неточные измерения) и т. д. Эта интерпретационная область в космических исследованиях относится к области выполнения измерений. Развитием этой области является теория нечетких множеств.

Энциклопедическая область интерпретационного поля объединяет когнитивные признаки, характеризующие общие, принятые понятия. Энциклопедических признаков обычно выделяется много, но они часто имеют ярко выраженный групповой и индивидуальный характер. Эта область связана с фундаментальным знанием и стандартизованными понятиями.

Атрибутивная область интерпретационного поля объединяет когнитивные признаки, характеризующие атрибуты (свойства) понятий. Эта область в космических исследованиях связана с первичными исследованиями признаков новых явлений.

Процессуальная область интерпретационного поля объединяет когнитивные признаки, характеризующие процессы. Эта область в космических исследованиях связана с исследованиями динамики новых явлений.

Утилитарная область интерпретационного поля объединяет когнитивные признаки, выражающие прагматическое значение, связанное с возможностью его использования для каких-либо практических целей. Эта область в космических исследованиях связана с первичными исследованиями и получением новых качеств ранее неизвестных.

Важным этапом интерпретации информационных конструкций является их декомпозиция на информационные единицы и интерпретация информационных единиц

разных уровней иерархии. Информационные единицы образуют язык данной области исследований. Характерным примером является применение космических методов для картографирования территорий. В этом случае роль информационных единиц играют условные знаки на картах.

При интерпретации необходимо учитывать смысловую нелинейность, свойственную составным информационным единицам. Отдельно взятые информационные единицы могут иметь независимые интерпретации. Но их связанная совокупность может иметь дополнительный смысл. Смысловая эмерджентность информационной конструкции означает дополнительное смысловое значение, не присущее составляющим смысловым значениям информационных единиц.

Формальное описание информационной конструкции существенно зависит от выбора информационных единиц. Значения информационных единиц, номинирующих информационную конструкцию, для выявления формальных признаков, репрезентируют информационную конструкцию в информационном поле.

Для информационных конструкций, благодаря их структурности возможен структурный интерпретирующий анализ. Как показано выше интерпретация и область интерпретации связаны с параметрами интерпретируемого объекта. Нахождение параметров объекта, в том числе параметров информационной конструкции, возможно на основе дихотомического анализа [22].

Дихотомический системный анализ позволяет на основе последовательных шагов анализа выявлять все существенные параметры, информационной конструкции. Он позволяет оценивать параметры не только объектов, но параметры ситуаций и параметры целей [23] систем.

На рисунке 2 приведена схема структурного анализа информационной конструкции. На первом этапе выбирается существенное свойство P_1 . Проводится анализ на наличие этого свойства. Информационная конструкция разделяется на части: « P_1 » и «Не P_1 ». Часть «Не P_1 » подвергается дальнейшему анализу. В результате анализа выделяется часть P_2 . Если выясняется, что часть « P_2 » является составной, она подвергается дополнительному анализу. Дополнительный анализ (показан пунктирной линией) выявляет наличие составляющих частей P_{21} и P_2 .

Пунктирная линия показывает возможность такого процесса и его необязательность. В результате анализа на этом этапе остается часть «не P_1 » и « P_2 ». Она подвергается дальнейшему дихотомическому анализу. На заключительном этапе выделяется системное свойство P_E и некий остаток. Этим остатком пренебрегают в силу несущественного влияния его на свойства объекта.

В результате анализа, в соответствии со схемой на рисунке 2, информационная конструкция примет вид

$$IC = F(P_1, P_2, P_3, \dots, P_E). \quad (1)$$

Схема, приведенная на рисунке, называется «деревом разбора». Эта схема позволяет решать много задач. Например, если критерием деления будет структура, то для сложной системы параметры, входящие в выражение (1), предстанут как структурные элементы системы.

Для информационной конструкции при структурном анализе параметры, входящие в выражение (1), предстанут как структурные информационные единицы. При семантическом анализе параметры, входящие в выражение (1), предстанут как семантические информационные единицы.

Дихотомический анализ позволяет не только выявить системные признаки объекта исследования, но и оценить его сложность. Согласно дихотомии объекты можно разделять на группы «простые–сложные»

Простым назовём объект, описание которого соответствует выражению (1). Параметры, входящие в выражение (1) называют первичными. Описание простого объекта получается линейным прохождением дерева разбора. Сложным назовем объект, первичные параметры которого включают вторичные параметры. Например, если пунктир на рисунке заменить сплошной линией, то получим описание объекта исследования в виде

$$Ob = F(P_1, P_2[P_{21}, P_{22}], P_3, \dots, P_E). \quad (2)$$

Вложенность параметров определяет уровень сложности. Для примера на рисунке и в выражении (2) уровень сложности равен 1.

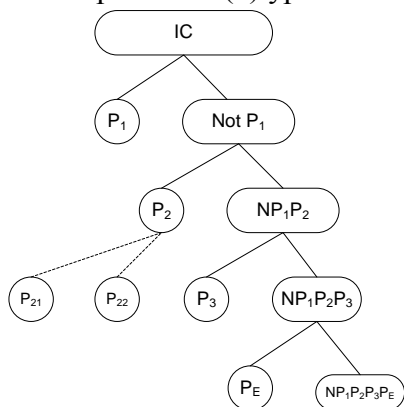


Рисунок 2 – Структурный анализ информационной конструкции

Итогом этапа структурного исследования информационной конструкции является максимально полное выявление параметров ее описания. В итоге получается параметрическое описание представлено своим набором схем.

Принципиально возможны несколько интерпретаций. Это зависит от того, какой параметр выбирается первым. Если интерпретации оказываются равновероятными, то признается многозначность информационной конструкции и за ней закрепляются полисемические значения.

Вторым этапом интерпретации информационной конструкции является обобщение отдельных признаков и выявление на их основе классификационных признаков. Все выявленные классификационные признаки расширяют область интерпретации и семантического окружения.

Заключение. Интерпретация космической информации при исследовании Земли имеет свои особенности, которые связаны с разнообразием и большими объемами получаемой информации. Новизна космической информации создает несколько интерпретационных полей: процессуальное, атрибутивное, энциклопедическое, оценочное. Особенностью информации в космических исследованиях является смысловая эмерджентность, когда наложение информационных единиц или интерпретируемых объектов приводят к нелинейной интерпретируемости, не вытекающей из простых интерпретаций. В тоже время механизм информационных единиц является основой интерпретации космической информации, поскольку создает базовые основы для широкой интерпретации и сопоставимости интерпретируемых объектов и явлений. Введение понятия информационная конструкция позволяет повышать формализацию и объективность описания.

Литература

1. Barmin I.V., Kulagin V.P., Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. Near_Earth Space as an Object of Global Monitoring // Solar System Research. 2014. Vol. 48. No. 7. P. 531–535. DOI: 10.1134/S003809461407003X
2. Keeler R., Bondur V., Vithanage D. Sea truth measurements for remote sensing of littoral water // Sea Technology. April, 2004. P. 53–58.
3. Комплексный спутниковый мониторинг морей России / О.Ю. Лаврова, А.Г. Костяной, С.А. Лебедев и др. М.: ИКИ РАН, 2011. 480 с.
4. Бондур В.Г., Филатов Н.Н., Гребенюк Ю.В., Долотов Ю.С., Здоровеннов Р.Э., Петров М.П., Цидилина М.Н. Исследования гидрофизических процессов при мониторинге антропогенных воздействий на прибрежные акватории (на примере бухты Мамала, о. Оаху, Гавайи) // Океанология. 2007. Т. 47. № 6. С. 827–846.
5. Бондур В.Г., Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф., Савиных В.П. Проблемы мониторинга и предсказания природных катастроф // Исследования Земли из космоса. 2005. № 1. С. 3–14.
6. Tsvetkov V.Ya. Global Monitoring // European Researcher. 2012. Vol. (33). № 11-1. P.1843–1851.
7. Цветков В.Я. Геоинформационный геотехнический мониторинг // Науки о земле. 2012.

№ 4. С. 54–58.

8. Бондур В.Г., Килер Р.Н., Старченков С.А., Рыбакова Н.И. Мониторинг загрязнений прибрежных акваторий океана с использованием многоспектральных спутниковых изображений высокого пространственного разрешения // Исследование Земли из космоса. 2006. № 6. С. 42–49.

9. Бондур В.Г. Космический мониторинг природных пожаров в России в условиях аномальной жары 2010 г. // Исследование Земли из космоса. 2011. № 3. С. 3–13.

10. Бондур В.Г., Зубков Е.В. Выделение мелкомасштабных неоднородностей оптических характеристик верхнего слоя океана по многоспектральным спутниковым изображениям высокого разрешения. Ч. 1. Эффекты сброса дренажных каналов в прибрежные акватории // Исследования Земли из космоса. 2005. № 4. С. 54–61.

11. 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.

12. Бондур В.Г., Зверев А.Т. Механизмы формирования линеаментов, регистрируемых на космических изображениях при мониторинге сейсмоопасных территорий // Исследование Земли из космоса. 2007. № 1. С. 47–56.

13. Бондур В.Г., Пулинец С.А., Ким Г.А. О роли вариаций галактических космических лучей в тропическом циклогенезе на примере урагана Катрина // Доклады Академии наук. 2008. Т. 422. № 2. С. 244–249.

14. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. М.: Картоцентр-Геодиздат, 2001. 224 с.

15. Бондур В.Г. Аэрокосмические методы и технологии мониторинга нефтегазоносных территорий и объектов нефтегазового комплекса // Исследование Земли из космоса. 2010. № 6. С. 3–17.

16. Беляев А.И., Коровин Г.Н., Лупян Е.А. Использование спутниковых данных в системе дистанционного мониторинга лесных пожаров МПР РФ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М.: МПР, 2004. С. 21–29.

17. Добрецов Н.Н. и др. О проекте распределенной информационно-вычислительной системы сбора, хранения и обработки данных дистанционного зондирования Земли для регионов Сибири и Дальнего Востока // Вычислительные технологии. 2008. Т. 13. С. 492–496.

18. Чехарин Е.Е. Информационная модель семантического окружения // Перспективы науки и образования 2014. № 4. С. 20–24.

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

20. Попова З.Д., Стернин И.А. Когнитивная лингвистика. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2007. 314 с.

21. Tsvetkov, V.Ya. Opposition Variables as a Tool of Qualitative Analysis // World Applied Sciences Journal. 2014. 30 (11). P. 1703–1706.

22. Gane C. P., Sarson T. Structured systems analysis: tools and techniques // Prentice Hall Professional Technical Reference. 1979.

23. Clark R. M. Intelligence analysis: a target-centric approach. Washington, DC: CQ press, 2004. P. 16.

Interpretation of space information in the study of the earth

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

This article describes the interpretation of space-based information in the study of the Earth. We introduce the notion of information design as a generic term for different objects in space information. It is proposed to interpret the objects using the concepts of interpretive field and semantic environment. It describes the structural analysis of the information design as a stage of interpretation. It describes the different interpretive field peculiar space information.

Keywords: space research, information construction, information units, interpretative field, cognitive semantics, interpretation