

Copyright © 2019 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
 Russian Journal of Astrophysical Research. Series A
 Has been issued since 2015.
 E-ISSN: 2413-7499
 2019, 5(1): 41-55

DOI: 10.13187/rjar.2019.1.41
www.ejournal28.com



Planetary Research Information Systems

Viktor P. Savinych ^{a,*}

^aMoscow State University of Geodesy and Cartography, Russian Federation

Abstract

The article explores information systems for planetary research. The article reveals the principles of building information systems. The result of the information system is structured information and knowledge. The primary function of an information system is the structuring and systematization of initial information. The article introduces the concept of object and spatial space analysis. The principles of operation of information systems are described. The article conducts a comparative analysis of planetary systems. The features of various information planetary systems are described. Modern information systems on a planetary theme perform accumulative functions. They perform poorly analytical functions.

Keywords: space research, information systems, planetary systems, modeling, spatial analysis.

1. Введение

По мере развития любого научного направления накапливается не систематизированный материал, который необходимо систематизировать. Космические исследования используют объектный анализ и пространственный анализ (Borcard, Legendre, 2002; Fotheringham, Rogerson, 2013). Объектный анализ исследует космическое тело безотносительно к его окружению. В теории моделирования это называют семантическим окружением (Булгаков, Цветков, 2018). Пространственный анализ является многоаспектным понятием (Монахов и др., 2005). Он может быть рассмотрен как метод классификации, метод систематизации, метод идентификации, метод решения прикладных задач, метод моделирования и как метод познания. Пространственный анализ как метод научного познания опирается на систематизированную информацию. Поэтому для его применения необходимо систематизировать информацию и по возможности ее классифицировать. Неоценимую помощь в систематизации и хранение систематизированной информации оказывают информационные системы (Sigov, Tsvetkov, 2015). Они могут быть специализированными и универсальными. Универсальные информационные системы применяют в библиотеках, включая электронные библиотеки. Эти системы решают задачи информационно справочного характера. Специализированные информационные системы применяют, в прикладных областях. Они позволяют решать специальные задачи и получать новые знания. Пространственный анализ с использованием специализированных информационных систем связан с извлечением неявных знаний (ISO/IEC 2382). Извлечение неявных знаний является одной из основных задач космических исследований.

* Corresponding author
 E-mail addresses: president@miigaik.ru (V.P. Savinych)

2. Результаты

Принципы организации информационных систем

В соответствии со стандартом ISO (Федеральный закон..., 2006) информационная система (ИС) – это система, предназначенная для хранения, поиска и обработки информации. Информационная система имеет человеческие, технические, финансовые ресурсы, которые обеспечивают обработку и распространение информации. Это позволяет дать принципиальную схему информационной системы, которая дана на Рисунке 1.

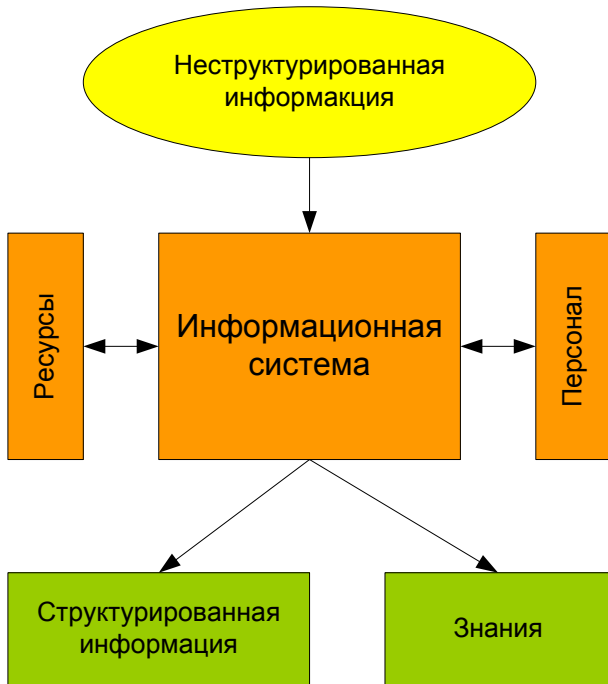


Рис. 1. Принципиальная схема информационной системы

Понимание информационной системы подразумевает, что её компонентами являются: данные, техническое и программное обеспечение, а также персонал. Широко трактует понятие «информационной системы» федеральный закон Российской Федерации «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», подразумевая под информационной системой совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих её обработку информационных технологий и технических средств (Федеральный закон..., 2006).

По мнению М.Р. Когаловского (Tsvetkov, 2014a) в понятие информационной системы помимо данных, программ, аппаратного обеспечения и людских ресурсов следует также включать коммуникационное оборудование, лингвистические средства и информационные ресурсы, которые в совокупности образуют систему, обеспечивающую поддержку динамической информационной модели картины мира для удовлетворения информационных потребностей пользователей (Egret et al., 1991).

Таким образом, для проведения систематизированных исследований в любой области необходима информационная система как средство систематизации информации, которая обеспечивает всеобъемлющий анализ. В области планетных исследований такими информационными системами являются планетные информационные системы.

Анализ информационных систем по планетной тематике.

Universe Today. Открытый в марте 1999 года портал Universe Today (UT) является одним из самых крупных зарубежных информационных ресурсов по космической и астрономической тематике. В основу сайта, ежедневно пополняющегося несколькими новостями, легла система управления содержанием WordPress. Новости ресурса разгруппированы на 89 тематических категорий. Среди них наиболее крупными являются: астрономия, Марс, Сатурн, космические полеты, наблюдения Земли, астероиды, Хаббл,

спутники. В каждой из этих категорий присутствует не менее 200 записей. На [Рисунке 2](#). Приведена страничка портала.

The screenshot shows the 'Universe Today' website. The main article is titled 'Mars' and is written by Fraser Cain. It features a large image of Mars with the credit 'Mars. Credit: NASA'. The article text discusses Mars as the 4th planet from the Sun, its visibility, and its characteristics. On the right side, there is a 'Categories' list with various topics and their respective article counts. Below the categories is an 'Email newsletter' sign-up form and a 'SAO Swinburne Astronomy Online' advertisement.

Categories

- 2012 (14)
- Archive (93)
- Asteroids (213)
- Astrobiology (99)
- Astronomy (1643)
- Astronomy For Kids (28)
- Astrophotos (264)
- Astrosphere (102)
- Black Holes (154)
- Blog (60)
- Book Reviews (209)
- Carnival of Space (105)
- Cassini (5)
- Chandra (59)
- China (13)
- Citizen Science (18)
- Climate (4)
- Comets (65)
- Commercial Space (14)
- Constellation (71)
- Cosmology (68)
- Dark Energy (25)
- Dark Matter (48)
- Earth (94)
- Earth Observation (291)
- Eclipses (21)
- Enceladus (10)
- Environment (58)
- esa (21)
- Europa (7)
- Evolution (5)
- Extrasolar Planets (248)
- Extreme Life (26)
- Fraser's News (2)
- galaxies (114)
- Gamma Ray Bursts (27)

Most Popular Articles

- List of Constellations
- List of Messier Objects
- One-Way, One-Person Trip to Mars
- Maximizing Survival Time Inside the Event Horizon of a Black Hole
- The Mars Landing Approach: Getting Large Payloads to the Surface of the Red Planet
- Why is Pluto Not a Planet?
- The Value of Space Exploration
- How Long Does it Take to get to the Moon?
- Building a Base on the Moon: Part 1 - Challenges and Hazards
- What is the Biggest Star in the Universe?
- Binoculars For Astronomy
- Name a Star
- No Doomsday in 2012

Рис. 2. Страница информационной системы Universe Today

В июле 2003 года был запущен форум, созданный на основе движка Invision Power Board. На конференции реализована возможность загрузки пользователями астрономических изображений. Раздел Astronomy Cast, который позволяет скачивать и прослушивать аудио-подкасты. Среди них в основном дискуссии, которые охватывают и объясняют многие астрономические явления. Самый объемный раздел Guide to Space состоит из нескольких подрубрик:

- The Solar System (информации о планетах Солнечной системы);
- Outer Space (материалы о звездах, галактиках, млечном пути, черных дырах и вселенной);
- Astronomy Equipment (информация о телескопах);
- Observing (астрономия, созвездия, каталог Мессье);
- Spaceflight (информация о проектах Меркурий и Гемини);
- Other Sciences (физика).

Структура системы приведена на [Рисунке 3](#).

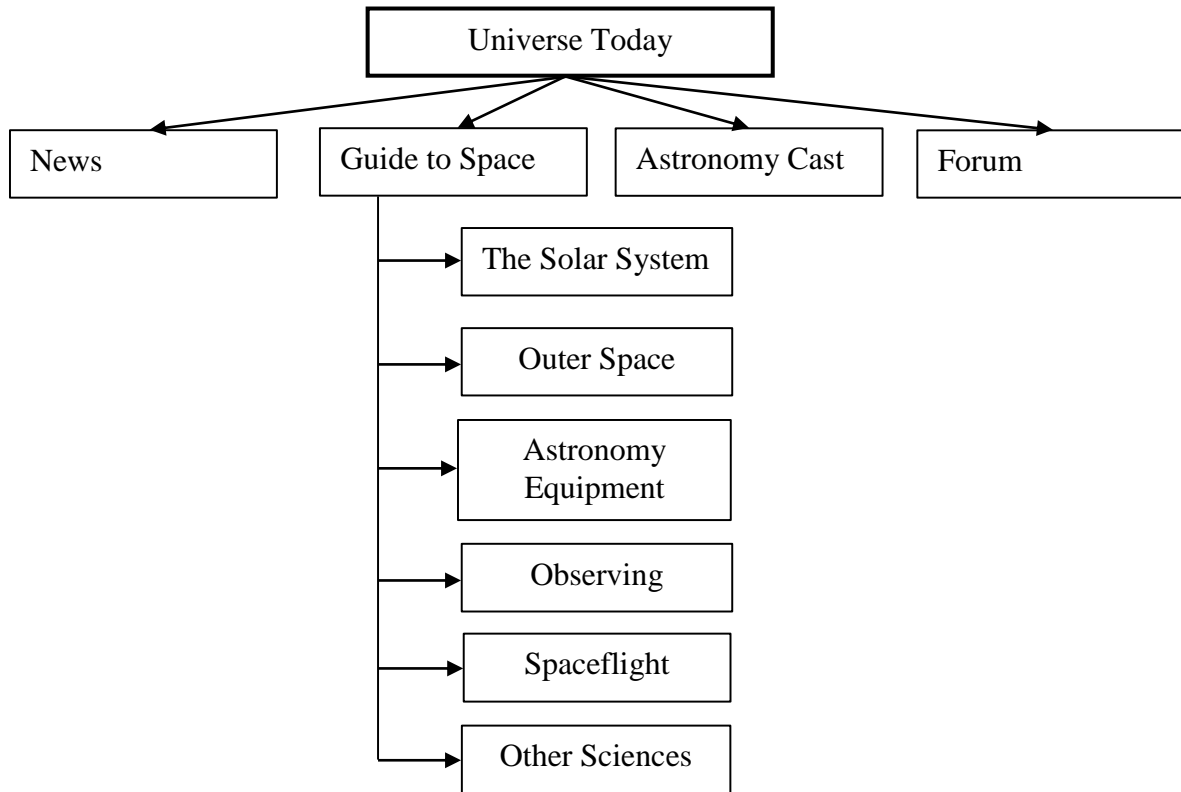


Рис. 3. Структура информационной системы Universe Today

SIMBAD. The Set of Identifications, Measurements, and Bibliography for Astronomical Data – SIMBAD представляет собой базу данных астрономических объектов за пределами Солнечной системы. Она находится в ведении Страсбургского центра астрономических данных (Centre de Données astronomiques de Strasbourg (CDS)), Франция (Wenger et al., 2000; Helou et al., 1991).

База данных SIMBAD была создана путем слияния каталога звездных идентификаций (CSI) и библиографического звездного индекса и расширения их за счет дополнительных источников данных из других каталогов и научной литературы. Первая онлайн-интерактивная версия, известная как «Версия 2», была представлена в 1981 году. «Версия 3», разработанная на языке C и работающая на платформе UNIX в страсбургской обсерватории, была выпущена в 1990 году. Осенью 2006 года увидела свет «Версия 4» базы данных, которая в настоящее время хранится в СУБД PostgreSQL и полностью написана на Java (Рисунок 4).

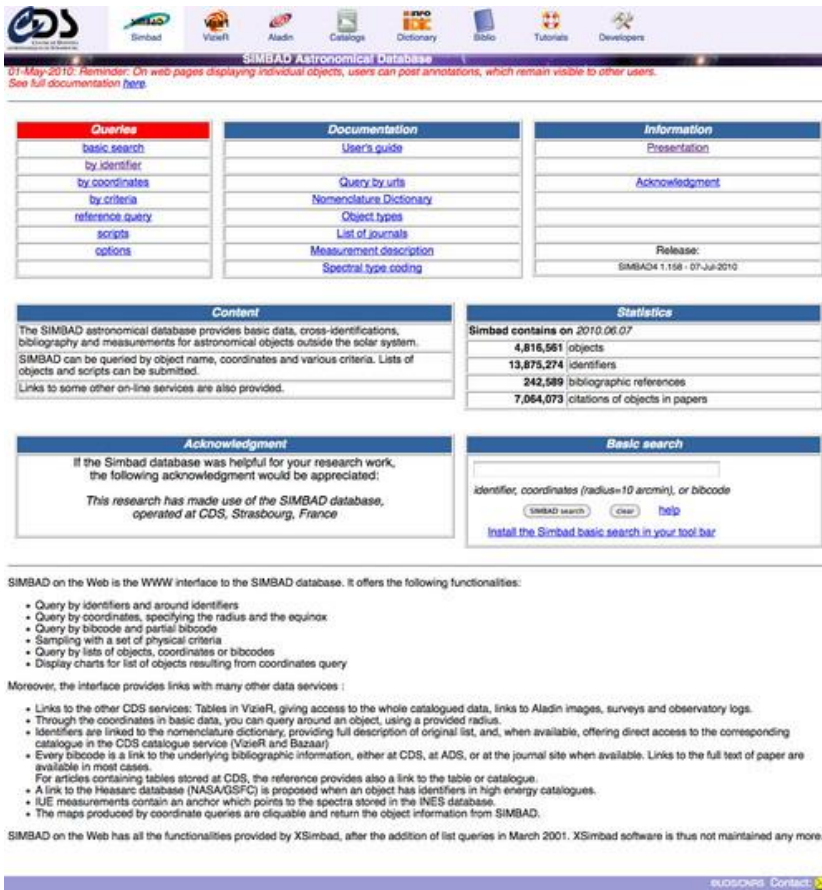


Рис. 4. Главная страница информационной системы SIMBAD

Структурно SIMBAD состоит из трех узлов (Рисунок 5):

- Queries – непосредственно поиск по базе данных;
- Documentation – руководство по работе с базой данных;
- Information – прикладная информация.

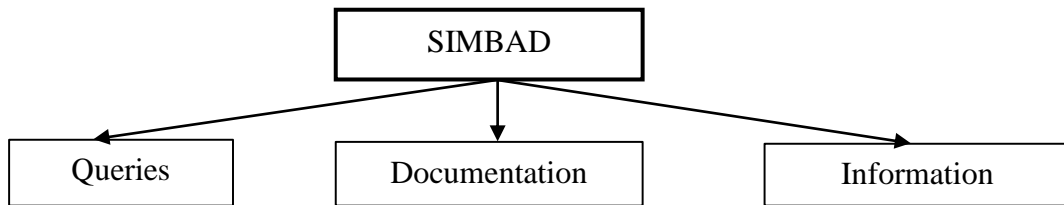


Рис. 5. Структура информационной системы SIMBAD

Для указания ссылок на литературу в SIMBAD применяется специально для него разработанный идентификатор Bibcode, который сейчас используется более широко, например, в системах NASA/IPAC Extragalactic Database (NED) и NASA Astrophysics Data System. Код обладает фиксированной длиной из 19 символов и имеет следующий вид:

YYYYJJJJVVVVMPPPA, где YYYY – 4-значный год ссылки; JJJJ – код, указывающий, где ссылка была опубликована; VVVV – номер журнала; M – раздел журнала; PPPP – номер страницы; A – первая буква фамилия первого автора; периоды (.) используются для заполнения неиспользуемых полей. Помимо Bibcode, SIMBAD позволяет

осуществлять поиск по идентификатору объекта, его координатам, физическим свойствам и другим критериям. В честь этой базы данных был назван астероид 4692 SIMBAD (1983 VM7).

NASA/IPAC Extragalactic Database. Внегалактическая база данных NASA/IPAC (NED) является онлайн-астрономической базой данных, которая собирает и осуществляет взаимную корреляцию астрономических данных о внегалактических объектах (галактики, квазары, радио, рентгеновские и инфракрасные источники и т.д.) (Helou et al., 1995; Kurtz et al., 1993). Работа NED поддерживается Лабораторией реактивного движения (Jet Propulsion Laboratory) в кампусе Калифорнийского технологического института, по контракту с НАСА (Рисунок 6).



Рис. 6. Главная страница информационной системы NASA/IPAC Extragalactic Database

База данных NED (Рисунок 7) содержит информацию: об около 200 млн. уникальных астрономических объектов; более 5 млн. объектов, связанных с 75.372 ссылками; около 200 млн. мультиволновых кросс-идентификаций между объектами; более 2 млрд. фотометрических измерений; более 1,7 млн. объектов с как минимум одним красным смещением; более 170 детальных классификаций для объектов. Структура системы приведена на Рисунке 7.

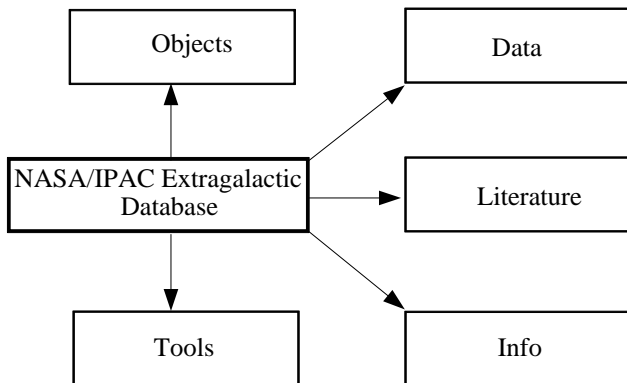


Рис. 7. Структура информационной системы NASA/IPAC Extragalactic Database

NASA/IPAC Extragalactic Database представлена 5 разделами:

- Objects (поиск объектов по имени, расположению, типу, коду и другим параметрам);
- Data (поиск изображений по названию объекта или региону, поиск фотометрических данных и данных по базе спектров);
- Literature (поиск абстрактов и литературы по названию объекта, имени автора и ключевым словам);
- Tools (конвертеры координат, космологические калькуляторы и другие инструменты);
- Info (новости, обзор и частые вопросы о системе, каталог ссылок, данные о команде и способах связи).

В базу данных NASA/IPAC Extragalactic Database регулярно вносятся дополнения и поправки. Кроме того, вносятся изменения и в структуру, например, добавляются иконки и ссылки на дополнительную информацию. К сожалению, изменения не затрагивают графическое оформление страниц поиска и его результатов. Следует заметить, что оно не самое лучшее – читать светло-бежевый текст на темном фоне с неравномерной текстурой неудобно.

The SAO/NASA Astrophysics Data System. Астрофизическая информационная система НАСА (ADS – Astrophysics Data System, далее АИС НАСА) – это электронная библиотека, состоящая более чем из 8,4 млн. документов по астрономии и физике с начала XIX века как из рецензируемых, так и из нерецензируемых источников. Основная часть данных ADS состоит из библиографических записей и отсканированной астрономической литературы, которые доступны для поиска через широко настраиваемые формы запроса (Eichhorn et al., 1995; McMahon, 1996).

Для многих статей в системе доступны бесплатные рефераты. Отсканированные старые статьи размещены в форматах GIF и PDF. Новые статьи сопровождаются ссылками на электронные версии, размещенные на сайтах журналов. Электронные версии обычно доступны по платной подписке, которая, как правило, есть у большинства факультетов астрономических исследований (Рисунок 8).

Первая версия АИС НАСА была создана в 1988 году и состояла из 40 документов. Летом 1993 база данных АИС НАСА была успешно подключена к базе данных SIMBAD. Первоначально сервис был доступен только во внутренней сети НАСА, но в начале 1994 года стал доступен всем пользователям зарождающейся Всемирной паутины. Число пользователей сервиса за пять недель после опубликования его в Интернете АИС НАСА возросло в четыре раза.

The screenshot shows the homepage of the ADS (Astrophysics Data System). At the top, there is a navigation menu with links like 'ADS Services', 'Other NASA Centers', 'Related Sites', and 'CIA'. The main header features the ADS logo and the text 'The SAO/NASA Astrophysics Data System'. Below this is a search bar with 'Search', 'Browse', and 'Help' buttons. A welcome message follows, stating 'Welcome to the Digital Library for Physics and Astronomy'. The page is hosted by the High Energy Astrophysics Division at the Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics. A detailed paragraph describes the ADS as a digital library portal for researchers in Astronomy and Physics, operated by the Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO) under a NASA grant. It mentions that the ADS maintains three bibliographic databases containing more than 8.4 million records. A list of personnel is provided, including Dr. Stephen S. Murray (Principal Investigator), Dr. Alberto Accomazzi (Project Manager), Dr. Michael J. Kurtz (Scientist), Carolyn Stern Grant (Programmer), Edwin Henneken (Programmer), Giovanni Di Milla (Programmer), Jay Luker (Programmer), Elizabeth Bohlen (Computer Specialist), and Donna Thompson (Library Specialist). The page also includes a 'Thank!' section and a contact information section at the bottom.

Рис. 8. Главная страница информационной системы The SAO/NASA Astrophysics Data System

Вначале журнальные статьи, доступные в АИС НАСА, представляли собой отсканированные с бумажных журналов растровые изображения, но с 1995 года и далее *Astrophysical Journal* стал публиковать электронную версию, за ним вскоре последовали другие крупные журналы, такие как *Astronomy and Astrophysics* и *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. С появлением таких электронных версий АИС НАСА стала давать на них ссылки. Примерно с 1995 года число пользователей АИС НАСА удваивалось приблизительно каждые два года. В настоящее время АИС НАСА заключены соглашения о предоставлении рефератов практически со всеми астрономическими журналами (около 200 наименований).

АИС НАСА работает на специально написанном для нее программном обеспечении на платформе Linux. Основной сервер (двойной 64-разрядный сервер Intel X86 с двумя четырехъядерными процессорами 3,0 ГГц и 32 Гб оперативной памяти) находится в Гарвард-Смитсоновском астрофизическом центре в Кембридже. Зеркала расположены в Бразилии, Великобритании, Германии, Индии, Индонезии, Китае, России, Украине, Франции, Чили, Южной Корее и Японии. База данных синхронизируется посредством еженедельных обновлений с использованием утилиты зеркального копирования, которая позволяет обновлять только те части базы данных, которые изменились. Все обновления запускаются централизованно, путем запуска скриптов на зеркалах, которые перемещают обновления с главных серверов АИС НАСА (Рисунок 9).

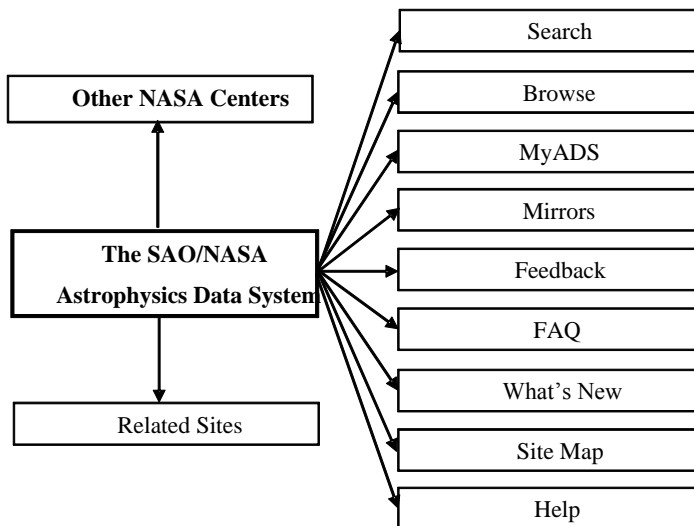


Рис. 9. Структура информационной системы The SAO/NASA Astrophysics Data System

Рассмотрим, в каком виде хранятся данные в информационной системе ADS. Документы индексируются в базе данных по их библиографическим записям. Эти записи содержат информацию о журнале, в котором они были опубликованы, и различные связанные с ними метаданные, такие, как список авторов, ссылки и цитаты. Первоначально эти данные хранились в формате ASCII, но в 2000 году были переведены в формат XML (Extensible Markup Language). Библиографические записи в настоящее время хранятся в виде элементов XML с суб-элементами для различных метаданных.

С появлением электронных версий журналов абстракты стали загружаться в ADS одновременно или до публикации статей. Полный журнальный текст теперь доступен по подписке. Старые статьи были отсканированы, а абстракты созданы путем распознавания текста специальным программным обеспечением. Отсканированные статьи до 1995 года в большинстве доступны для бесплатного просмотра.

Отсканированные статьи хранятся в формате TIFF в среднем и высоком разрешении. По запросу пользователя TIFF файлы конвертируются в формат GIF для быстрого просмотра на экране, а также в PDF и PostScript — для печати. Генерируемые файлы затем кэшируются, это позволяет избежать частой регенерации популярных статей и снизить нагрузку на сервер. В у ADS содержится архив ADS состоит из 2 Тб отсканированных материалов. Первоначально база данных состояла только из астрономических данных, но теперь содержит 3 базы данных, охватывающих астрономию (в том числе планетные науки и физику Солнца), физику (в том числе науки о Земле), а также препринты научных статей из ArXiv. Астрономическая базы данных на сегодняшний день является наиболее крупной и занимает около 85 % от общего объема ADS. Статьи относятся к различным базам данных в соответствии с предметом, а не журналом, в котором они опубликованы. Таким образом, статьи из любого журнала могут присутствовать во всех трех тематических базах данных. Разделение баз данных позволяет осуществлять поиск в каждой дисциплине так, что слова могут автоматически получить разные весовые функции при поиске в различных базах данных в зависимости от их распространенности в соответствующей области.

Данные в архиве препринтов обновляются ежедневно из ArXiv, главного хранилища препринтов по физике и астрономии. Появление препринт серверов, таких как ADS, оказало значительное влияние на скорость астрономических исследований, поскольку публикации часто становятся доступными с препринт серверов за недели или месяцы до того, как они будут опубликованы в журналах. Включение препринтов от ArXiv в ADS означает, что поисковая система может выдавать самые последние из доступных исследований, с оговоркой, что препринты, возможно, еще не были рецензированы или не проверены на соответствие требуемым стандартам для публикации в журналах. База данных ADS связывает по мере возможности препринты с впоследствии опубликованными статьями,

поэтому поиск по цитатам и ссылкам выдаст ссылки на журнальные статьи, где препринт был приведен.

С момента запуска в 1992 году АИС НАСА является мощным исследовательским инструментом, оказывающим значительное влияние на эффективность астрономических исследований. С помощью современного поискового механизма АИС НАСА, специально созданного для нужд астрономии, информационные поиски, которые занимали бы ранее дни или недели сейчас можно выполнить за секунды. Исследования показали, что выгода астрономии от АИС НАСА эквивалентна нескольким сотням миллионов долларов США ежегодно. По приблизительным оценкам система утроила аудиторию научных журналов по астрономии.

Planetary Data System. Planetary Data System представляет собой распределенную информационную систему, которую NASA использует для хранения данных, собранных в результате миссий по изучению Солнечной системы и наземных исследований (Hughes, Li, 1993; Hughes, 2005). Эти данные, как правило, получены из прошлых и настоящих планетных миссий (исследований, космических полетов), проводимых NASA. Обращает на себя внимание разработка семантики для базы (Tsvetkov, 2013), что дает возможность решать задачи семантического моделирования (Tsvetkov, 2014b). PDS работает с проектами полетов в течение всех этапов исследования – перед запуском помогает персоналу, связанному с проектом полета, проектировать наборы данных и системы производства данных; в течение активной части миссии – собирать новые наборы данных; а после завершения активной части – собирать наборы данных, полученные ранее (Рисунок 10).

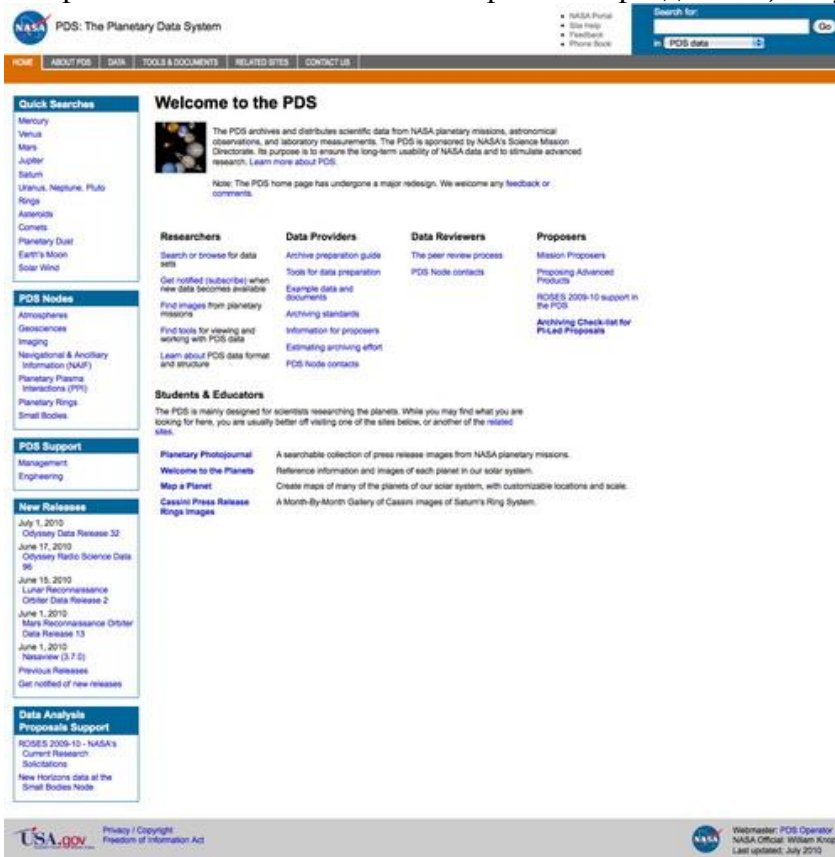


Рис. 10. Главная страница информационной системы Planetary Data System

Основная цель PDS – это поддержание архива планетных данных, к которым смогут получить доступ будущие поколения ученых, понять их и использовать. PDS пытается обеспечить совместимость архива, придерживаясь строгих стандартов хранения информации, форматов архивирования, а также необходимой документации.

Структура PDS состоит из ряда «узлов» по нескольким научным дисциплинам, которые индивидуально курируются учеными по планетной тематике. Planetary Data System

включает 8 узлов (**Рисунок 11**), каждый из которых специализируется на определенном типе данных. 5 узлов распределены между научными дисциплинами, а остальные 3 – узлы поддержки. В дополнение есть несколько подузлов и узлов данных, точный статус которых меняется с течением времени. Каждым из узлов руководит отдельный институт, который отвечает за развитие и наполнение архива данными, их обработку и хранение.

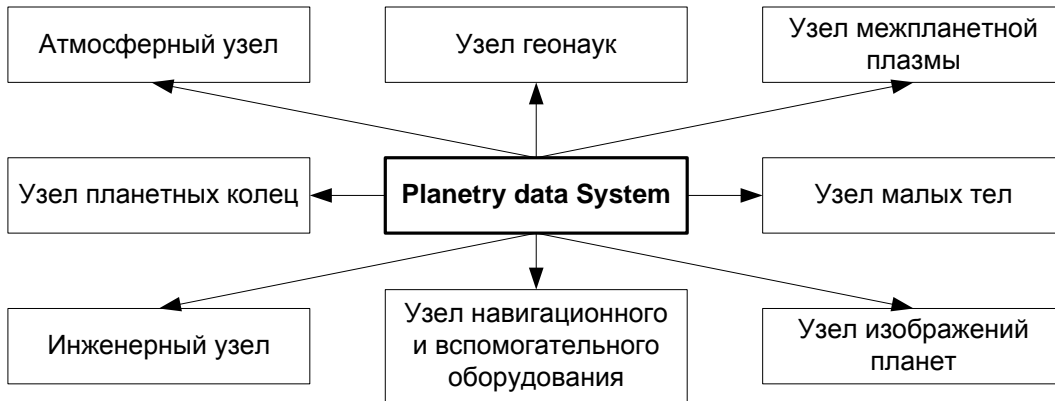


Рис. 11. Структура информационной системы Planetary Data System

Planetary Data System – это распределенная информационная система с центральным узлом, расположенным в Лаборатории реактивного движения в Пасадене, Калифорния. Центральный узел служит как центр управления PDS, занимающийся глобальными задачами, такими как стандарты (данные, программное обеспечение, документация, операционные процедуры), исследование технологий, координация интерфейсов с миссиями и восстановителями данных, координация и развитие многопользовательских программных продуктов, координация заказанных и распределенных данных, развитие и обслуживание каталогов PDS. Узлы научных дисциплин PDS:

- **Атмосферный узел** отвечает за сбор, хранение и распространение всех невизуальных данных об атмосфере из всех планетных миссий за исключением наблюдений Земли. Работа узла поддерживается Государственным университетом Нью-Мексико (New Mexico State University).

- **Узел геонаук** собирает и классифицирует цифровые данные о поверхности и рельефе планет Земной группы. Над узлом работает Вашингтонский университет (Washington University).

- **Узел межпланетной плазмы** содержит данные о взаимодействии между солнечным ветром и планетарными ветрами с планетными магнитосферами, ионосферами и поверхностями. Узел возглавляется Университетом Калифорнии (University of California).

- **Узел колец планет** занимается сбором, классификацией и обработкой научных данных, относящихся к системе планетных колец. Работа узла обеспечивается институтом SETI (SETI Institute).

- **Узел малых тел** специализируется на данных об астероидах, кометах и планетной пыли. Узел находится под управлением Университета штата Мэриленд (University of Maryland) и включает в себя 2 подузла:

- **Подузел комет** (University of Maryland);

- **Подузел астероидов и межпланетной пыли** (Planetary Science Institute).

Узлы поддержки PDS включают:

- **Инженерный узел**, который обеспечивает поддержку инженерных систем PDS. Он расположен в Лаборатории реактивного движения (Jet Propulsion Laboratory).

- **Узел навигационного и вспомогательного информационного оборудования**, поддерживающий информационную систему SPICE, которая обеспечивает вспомогательные геометрические данные для космических миссий. Он расположен в Лаборатории реактивного движения (Jet Propulsion Laboratory).

• **Узел изображений планет**, который собирает и хранит цифровые снимки планет, полученные в результате прошлых, настоящих и будущих космических исследований НАСА. За поддержание его работы отвечает Служба геологической съемки США (United States Geological Survey).

Все узлы Planetary Data System имеют равную значимость и ответственны за сбор, обработку и хранение планетных данных и за их соответствие текущим и новым проектам. Каждым узлом управляют специализированные институты, которые обеспечивают их работу, занимаются наполнением баз данных и консультируют пользователей. Сайты узлов PDS имеют схожую структуру и простое понятное графическое оформление.

3. Заключение

Информационные системы по планетной тематике часто имеют узко специализированный характер. Некоторые из них (например, Malin Space Science Systems и Center of Mars Exploration) ориентированы на отдельные миссии, другие (NASA/IPAC Extragalactic Database) только на исходные первичные данные, нуждающиеся в последующей обработке. Иными словами комплексная информационная система по планетной картографии отсутствует не только в российском сегменте Интернет, но и в мировом. Наиболее информативной из рассмотренных систем является американская Planetary Data System, состоящая из 8 узлов по планетной тематике. Она обладает удобной структурой распределения данных, в которой за каждый узел отвечает отдельный специализированный институт. В главе было проанализировано, в каком виде и в каких форматах хранятся данные информационной системы и какими способами их можно получать и использовать. С информационной системы The Nine Planets стоит взять пример и в плане тщательной связи (гереференции (Hill, 2009)) отдельных страниц взаимными ссылками. Особенно этому стоит уделить внимание при переводе в электронный вид многочисленных печатных материалов по планетной тематике. Благодаря грамотному размещению ссылок между страницами пользователи смогут быстро получать необходимую дополнительную информацию, а информационная система станет более заметной в поисковых системах. Необходимо отметить опыт разработки интернет-ресурса «The Planetary Society», единственного из рассмотренных ресурсов, авторы которого ведут активную деятельность в социальных сетях и интерактивных сервисах. Необходимо отметить, что в рассмотренных системах практически не отражены результаты научной деятельности советских и российских ученых. Проведенный анализ показал, что только одна информационная система использует свободно распространяемую систему управления содержанием, это – Universe Today (CMS WordPress). В основе ИС The Planetary Society лежит коммерческая CMS ExpressionEngine. Остальные информационные системы работают на основе собственных систем управления, либо вообще без них. Существенным минусом организации информационной системы на основе обычных HTML-страниц (Center for Mars Exploration, The Nine Planets) является сложность в ее обновлении и отсутствие собственного поискового сервиса. Вторую проблему создатели ИС The Nine Planets решили, установив на свой ресурс поиск от системы Google. Но и у этого подхода есть минус – в случае если страницы сайта по каким-либо причинам выпадут из индекса (базы данных) поисковой системы, поиск по ним будет невозможен. Создание большинства систем изначально исходило из принципа накопления информации. Поэтому не достаточно отражена заданная тематика, например, слабо представлена проблем астеройдно-кометной опасности (Tsvetkov, 2016; Kulagin, 2017). В целом следует отметить, что большинство информационных планетарных систем находятся в состоянии развития и требуют совершенствования в первую очередь в части развития интерфейса.

Литература

Булгаков, Цветков, 2018 – Булгаков С.В., Цветков В.Я. Пространственный анализ: Монография. Москва: МАКС Пресс, 2018. 216 с.

Когаловский и др., 2009 – Когаловский М. Р. и др. Глоссарий по информационному обществу / Под общ. ред. Ю. Е. Хохлова. М.: Институт развития информационного общества, 2009. 160 с.

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

Федеральный закон..., 2006 – Федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ. Об информации, информационных технологиях и о защите информации.

Borcard, Legendre, 2002 – Borcard D., Legendre P. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices // *Ecological Modelling*, 2002, Т. 153, № 1-2, pp. 51-68.

Egret et al., 1991 – Egret D., Wenger M., Dubois P. The SIMBAD astronomical database // *Databases & On-line Data in Astronomy*. Springer, Dordrecht, 1991, pp. 79-88.

Eichhorn et al., 1995 – Eichhorn G. et al. The New Astrophysics Data System // *Astronomical Data Analysis Software and Systems IV*, 1995, V. 77, P. 28.

Fotheringham, Rogerson, 2013 – Fotheringham S., Rogerson P. (ed.). Spatial analysis and GIS. CRC Press, 2013.

Helou et al., 1991 – Helou G. et al. The NASA/IPAC extragalactic database // *Databases & On-Line Data in Astronomy*. Springer, Dordrecht, 1991, pp. 89-106.

Helou et al., 1995 – Helou G. et al. The NASA/IPAC Extragalactic Database // *Information & On-Line Data in Astronomy*. Springer, Dordrecht, 1995, P. 95-113.

Hill, 2009 – Hill Linda L. Georeferencing: The Geographic Associations of Information. MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 2009, 272 p.

Hughes, 2005 – Hughes J.S. et al. The semantic planetary data system. 2005.

Hughes, Li, 1993 – Hughes J.S., Li Y.P. The Planetary Data System Data Model // *Proceedings Twelfth IEEE Symposium on Mass Storage systems. IEEE*, 1993, pp. 183-189.

ISO/IEC 2382 – ISO/IEC 2382: 2015 Information technology – Vocabulary.

Kulagin, 2017 – Kulagin V.P. Monitoring of Dangerous Space Bodies // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*, 2017, 3(1), pp. 4-12.

Kurtz et al., 1993 – Kurtz M.J. et al. Intelligent text retrieval in the NASA Astrophysics Data System // *Astronomical Data Analysis Software and Systems II*, 1993, Т. 52, P. 132.

McMahon, 1996 – McMahon S.K. Overview of the planetary data system // *Planetary and Space Science*, 1996, Т. 44, № 1, pp. 3-12.

Sigov, Tsvetkov, 2015 – Sigov A.S., Tsvetkov V.Ya. Tacit Knowledge: Oppositional Logical Analysis and Typologization // *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 2015, Vol. 85, No. 5, pp. 429-433.

Tsvetkov, 2013 – Tsvetkov V.Ya. Information Interaction as a Mechanism of Semantic Gap Elimination // *European researcher. Series A*, 2013, № 4-1 (45), pp. 782-786.

Tsvetkov, 2014a – Tsvetkov V.Ya. Worldview Model as the Result of Education // *World Applied Sciences Journal*, 2014, 31 (2), pp. 211-215.

Tsvetkov, 2014b – Tsvetkov V.Ya. Semantic environment of information units // *European researcher*, 2014, № 6-1 (76), pp. 1059-1065.

Tsvetkov, 2016 – Tsvetkov V.Ya. The Problem of Asteroid-Comet Danger // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*, 2016, Vol. 2, Is. 1, pp. 33-40.

Wenger et al., 2000 – Wenger M. et al. The SIMBAD astronomical database – The CDS reference database for astronomical objects // *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*. 2000. V. 143. №. 1. pp. 9-22.

References

Borcard, Legendre, 2002 – Borcard D., Legendre P. (2002). All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. *Ecological Modelling*, Т. 153, № 1-2, pp. 51-68.

Bulgakov, Tsvetkov, 2018 – Bulgakov S.V., Tsvetkov V.Ya. (2018). Prostranstvennyi analiz: Monografiya [Spatial analysis: Monograph]. Moskva: MAKS Press, 216 p. [in Russian]

Egret et al., 1991 – Egret D., Wenger M., Dubois P. (1991). The SIMBAD astronomical database // *Databases & On-line Data in Astronomy*. Springer, Dordrecht, pp. 79-88.

Eichhorn et al., 1995 – Eichhorn G. et al. (1995). The New Astrophysics Data System. *Astronomical Data Analysis Software and Systems IV*, V. 77, P. 28.

Federal'nyi zakon..., 2006 – Federal'nyi zakon Rossiiskoi Federatsii ot 27 iyulya 2006 g. № 149-FZ. Ob informatsii, informatsionnykh tekhnologiyakh i o zashchite informatsii [Federal Law of

the Russian Federation dated July 27, 2006 No. 149-ФЗ. On information, information technology and information security]. [in Russian]

Fotheringham, Rogerson, 2013 – Fotheringham S., Rogerson P. (2013). (ed.). Spatial analysis and GIS. CRC Press.

Helou et al., 1991 – Helou G. et al. (1991). The NASA/IPAC extragalactic database. Databases & On-Line Data in Astronomy. Springer, Dordrecht, pp. 89-106.

Helou et al., 1995 – Helou G. et al. (1995). The NASA/IPAC Extragalactic Database. Information & On-Line Data in Astronomy. Springer, Dordrecht, P. 95-113.

Hill, 2009 – Hill Linda L. (2009). Georeferencing: The Geographic Associations of Information. MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 272 p.

Hughes, 2005 – Hughes J.S. et al. (2005). The semantic planetary data system.

Hughes, Li, 1993 – Hughes J.S., Li Y.P. (1993). The Planetary Data System Data Model. *Proceedings Twelfth IEEE Symposium on Mass Storage systems. IEEE*, pp. 183-189.

ISO/IEC 2382 – ISO/IEC 2382: 2015 Information technology – Vocabulary.

Kogalovskii i dr., 2009 – Kogalovskii M.R. i dr. (2009). Glossarii po informatsionnomu obshchestvu [Glossary of the information society]. Pod obshch. red. Yu. E. Khokhlova. M.: Institut razvitiya informatsionnogo obshchestva, 160 p. [in Russian]

Kulagin, 2017 – Kulagin V.P. (2017). Monitoring of Dangerous Space Bodies. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*, 3(1), pp. 4-12.

Kurtz et al., 1993 – Kurtz M.J. et al. (1993). Intelligent text retrieval in the NASA Astrophysics Data System. *Astronomical Data Analysis Software and Systems II*, T. 52, P. 132.

McMahon, 1996 – McMahon S.K. (1996). Overview of the planetary data system. *Planetary and Space Science*, T. 44, № 1, pp. 3-12.

Monakhov i dr., 2005 – Monakhov S.V., Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2005). Metodologiya analiza i proektirovaniya slozhnykh informatsionnykh system [Methodology of analysis and design of complex information systems]. M.: Prosveshchenie, 264 p. [in Russian]

Sigov, Tsvetkov, 2015 – Sigov A.S., Tsvetkov V.Ya. (2015). Tacit Knowledge: Oppositional Logical Analysis and Typologization. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, Vol. 85, No. 5, pp. 429-433.

Tsvetkov, 2013 – Tsvetkov V.Ya. (2013). Information Interaction as a Mechanism of Semantic Gap Elimination. *European researcher. Series A*, № 4-1 (45), pp. 782-786.

Tsvetkov, 2014a – Tsvetkov V.Ya. (2014). Worldview Model as the Result of Education. *World Applied Sciences Journal*, 31 (2), pp. 211-215.

Tsvetkov, 2014b – Tsvetkov V.Ya. (2014). Semantic environment of information units. *European researcher*, № 6-1 (76), pp. 1059-1065.

Tsvetkov, 2016 – Tsvetkov V.Ya. (2016). The Problem of Asteroid-Comet Danger. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*, Vol. 2, Is. 1, pp. 33-40.

Wenger et al., 2000 – Wenger M. et al. (2000). The SIMBAD astronomical database – The CDS reference database for astronomical objects. *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*. V. 143. №. 1. pp. 9-22.

Информационные системы по планетным исследованиям

Виктор Петрович Савиных ^{a, *}

^aМосковский государственный университет геодезии и картографии, Российская Федерация

Аннотация. Статья исследует информационные системы по планетным исследованиям. Раскрыты принципы построения информационных систем. Показано, что результатом современной информационной системы является структурированная информация и новые знания. Первичная функция информационной системы состоит в структуризации и систематизации исходной информации. Статья вводит понятие объектный

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: president@miigaik.ru (В.П. Савиных)

и пространственный космический анализ. Описаны принципы работы разных информационных систем. Проведен сравнительный анализ планетных систем. Показаны особенности различных информационных планетных систем. Современные информационные системы по планетной тематике выполняют в основном накопительные функции. Они слабо выполняют аналитические функции.

Ключевые слова: космические исследования, информационные системы, планетные системы, моделирование, пространственный анализ.