

<https://doi.org/10.15407/knit2020.01.037>
УДК 004.6:551.510.5

Е. В. ПЬЯНКОВА¹, мл. науч. сотруд.,

E-mail: el.piankova@gmail.com

Г. В. ЛИЗУНОВ¹, зав. лаб., канд. физ.-мат. наук,

E-mail: georgii.lizunov@gmail.com

А. Г. МЕЛАНЧЕНКО², вед. спец., канд. техн. наук,

E-mail: a.g.melanchenko@gmail.com

А. Н. ПРОТАС³, ИТ-инженер

¹ Институт космических исследований НАН Украины и ГКА Украины,
Проспект Академика Глушкова 40, корп. 4/1, Киев, Украина, 03187

² ГП «Конструкторское бюро «Южное» им. М. К. Янгеля»
ул. Криворожская 3, Днепро, Украина, 49008,

³ Ecognize.me OÜ, Эстония

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СБОРА, ОБРАБОТКИ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ГЕОКОСМИЧЕСКИХ СПУТНИКОВЫХ ПРОЕКТОВ

Быстро развивающимся направлением современных космических исследований является физика геокосмоса — верхней атмосферы, ионосферы и магнитосферы Земли. Специфика баз данных геокосмических спутниковых проектов определяется характером проводимых в космосе наблюдений — длительных сеансов регистрации параметров космической среды вдоль орбиты спутника (температуры, концентраций заряженных и нейтральных частиц, электрического и магнитного полей и т. д.; всего несколько десятков наименований параметров). Эти измерения привязываются к местоположению спутника, а поиск данных по запросам пользователей производится по условию пересечения орбитой спутника пространственно-временного окна, задаваемого пользователем. Отсюда вытекают специфические требования к структуре базы данных, к её API и веб-интерфейсу. В Институте космических исследований НАН Украины и ГКА Украины ведутся работы по созданию центра сбора, обработки и распространения спутниковых данных, программно-аппаратный компонент которой получил наименование PROMIS. Центр создаётся в рамках подготовки миссий «Ионосат—Микро» и «Аэрозоль—UA», но его ресурсы также могут быть использованы для размещения данных других геокосмических миссий.

Цель статьи — ознакомить экспертное сообщество с устройством информационной системы PROMIS (<https://promis.ikd.kiev.ua>) и получить отзывы об удобстве её использования и перспективах развития.

Ключевые слова: космический эксперимент, обработка данных, информационная система, программное обеспечение, веб-приложение.

ВВЕДЕНИЕ

Быстро развивающимся направлением современных космических исследований является физика геокосмоса — верхней атмосферы, ионосферы и магнитосферы Земли. В этой обла-

сти сегодня реализуется или готовится к скорой реализации целая серия спутниковых проектов: «Swarm» и QB50 (Евросоюз), CSES (Chinese Seismo-Electromagnetic Satellite Mission, Китай), ICON (Ionospheric Connection Explorer, США),

Цитування: Пьянкова Е. В., Лизунов Г. В., Меланченко А. Г., Протас А. Н. Информационная система сбора, обработки и распространения данных для геокосмических спутниковых проектов. *Космічна наука і технологія*. 2020. 26, № 1 (122). С. 37—47. <https://doi.org/10.15407/knit2020.01.037>

«Ионосат-Микро» и «Аэрозоль-UA» (Украина) и др. Не вызывает сомнений, что в будущем аналогичные миссии будут направлены для изучения космического пространства в окрестности Луны и планет Солнечной системы.

Руководством космических проектов зачастую недооценивается важность создания систем сбора, обработки и распространения спутниковых данных. В мире сложилась парадоксальная ситуация, когда научным сообществом анализируется и обнаружится лишь незначительная часть переданной на Землю научной информации. Нелепость ситуации тем более очевидна, что затраты на обработку данных составляют малую часть затрат на создание и запуск собственно космических аппаратов. В таких условиях каждый бит космических измерений становится «золотым». Можно утверждать, что современный космический проект нельзя считать ни успешным, ни завершённым до тех пор, пока не создан всеобъемлющий и общедоступный ресурс его результатов.

Специфика геокосмических проектов определяется характером проводимых в космосе наблюдений — длительных сеансов регистрации параметров космической среды вдоль орбиты спутника (температуры, концентраций частиц, электрического и магнитного полей и т. д.; всего до нескольких десятков наименований параметров). Полученные таким образом данные образуют сотни тысяч записей информации, подлежащих расшифровке и совместному анализу. При этом данные измерений привязываются к местоположению спутника, а поиск данных в хранилище производится по условию пересечения орбитой спутника пространственно-временного окна, задаваемого пользователем (в отличие, например, от данных солнечных телескопов, упорядоченных только по времени). Отсюда вытекают специальные требования к структуре базы данных информационной системы, к её API и к веб-интерфейсу. Соответствующие программно-технические комплексы до сих пор создавались поштучно, под конкретный космический проект, и в большинстве своём устарели в силу стремительного прогресса информационных технологий.

Аудитория пользователей данных геокосмических измерений неоднородна и включает обширную некоммерческую составляющую. Основными группами пользователей являются сами участники спутниковых миссий, широкий круг учёных — экспертов в области физики космоса, ещё более широкий круг преподавателей, студентов и лиц, просто интересующихся космическими исследованиями. В силу сказанного базы данных научных космических проектов должны иметь дружелюбный веб-интерфейс, понятный «рядовому пользователю».

В Институте космических исследований НАН Украины и ГКА Украины в течение ряда лет ведутся работы по созданию Центра сбора, обработки и распространения спутниковых данных, программно-аппаратный компонент которого получил наименование PROMIS (PROcessed Measurements of Ionospheric Satellites). Центр создаётся в рамках проектов Общегосударственной космической программы Украины «Ионосат-Микро» [2] и «Аэрозоль-UA» [5], но ресурсы Центра также могут быть использованы для размещения данных других спутников. Система PROMIS обеспечивает многоуровневую обработку информации — от загрузки входных данных с серверов приёмных радиостанций в виде, в котором эти данные были получены со спутника, до создания базы экспериментальных данных, привязанных к месту и времени и преобразованных в общепринятые физические единицы измерений. Для системы PROMIS разработан перспективный веб-интерфейс, предоставляющий пользователю эффективные средства поиска и извлечения нужной ему информации. В будущем интерфейс системы планируется расширить для обеспечения функций интеллектуальной обработки данных.

1. АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Общая характеристика данных космических измерений. С целью диагностики параметров космического пространства на борту спутника устанавливается набор различных приборов, чьи принципы работы и структуры выходных данных различаются между собой. Одни приборы (например, магнитометры и электриче-

ские зонды) измеряют физические поля непосредственно, хотя, как правило, фиксируют их в собственной шкале, требующей тарировки, т. е. преобразования приборных единиц измерений в физические единицы. При этом отсчёты измерений могут состоять из единственного числа (в приведенных примерах — мгновенного значения составляющей электрического или магнитного поля) или из массива чисел (изображение, спектр сигнала за период накопления между отсчётами и т. д.). Приборы другого типа измеряют физические параметры опосредованно. Скажем, зонд Ленгмюра записывает собственную вольт-амперную характеристику — 2D-изображение, из дальнейшей обработки которого теоретически рассчитывается температура и концентрация электронов космической плазмы. Некоторые приборы производят автокалибровку; такие приборы наряду с данными измерений записывают и калибровочные сигналы. Таким образом, форматы данных и процедуры их преобразования в физические величины индивидуальны для каждого прибора. Как это обстоятельство учтено в информационной системе PROMIS, — будет описано ниже.

Другая особенность данных связана с огромным различием частот опроса измерительных приборов. Ряд приборов являются низкоинформативными (например газоплазменные датчики), их частоты опроса типично составляют 1–10 Гц. В то же время частоты дискретизации электромагнитных сигналов достигают сотен килогерц (а рекордная частота дискретизации электрического поля около 50 МГц была реализована в миссии FREJA). В таких условиях неясен даже сам подход к осуществлению функций хранения, просмотра и анализа данных столь различного временного разрешения.

Уровни представления данных. Классификация уровней обработки данных весьма условна и отличается в разных информационных системах. В системе PROMIS принята иерархия данных, которая отражает общие этапы обработки научной информации, универсальные для всех космических миссий.

Обработка данных начинается уже на борту спутника. Началом информационного пото-

ка служат данные измерений на выходе приборов. Условно эти данные назовём данными 1-го уровня, а ниже уточним это понятие. Данные 1-го уровня записываются в информационную систему спутника в виде упорядоченной системы бинарных файлов, которые мы будем называть данными 0-го уровня. Для передачи на Землю данные 0-го уровня упаковываются в информационные кадры и кодируются с целью повышения помехоустойчивости и восстанавливаемости данных (согласно стандартам, рекомендованным CCSDS [6]), чтобы данные можно было возобновить даже при значительных потерях информации в сеансе радиосвязи с Землёй. Закодированный поток спутниковых данных, в котором последовательность байтов и битов определённым образом перемешана (скремблирована), мы будем называть — битовый поток.

После приёма на Земле информация декодируется в обратной последовательности: битовый поток → данные уровня 0 → данные уровня 1. Затем производится запись данных в базу данных (БД) наземной информационной системы и тарировка данных. Таким образом формируется архив результатов космических измерений, адресованный научному сообществу; этот финальный уровень представления научной информации мы будем называть данными 2-го уровня. Кроме собственно экспериментальных результатов, в БД вносится сопроводительная информация, необходимая для научной интерпретации данных: о текущем времени, ориентации и местоположении спутника, геофизических и гелиофизических условиях проведения измерений и т. д. (общее число сопроводительных параметров в геоинформационных системах может достигать нескольких десятков).

Таким образом, в системе PROMIS принята следующая классификация данных:

- битовый поток — принятый на Земле массив спутниковой информации. Битовый поток не подлежит длительному хранению;
- данные уровня 0 — выделенные из битового потока файлы данных измерений в том виде, как они были записаны в информационную систему на борту спутника. На земле эти данные трактуются как первичные и сохраняются для

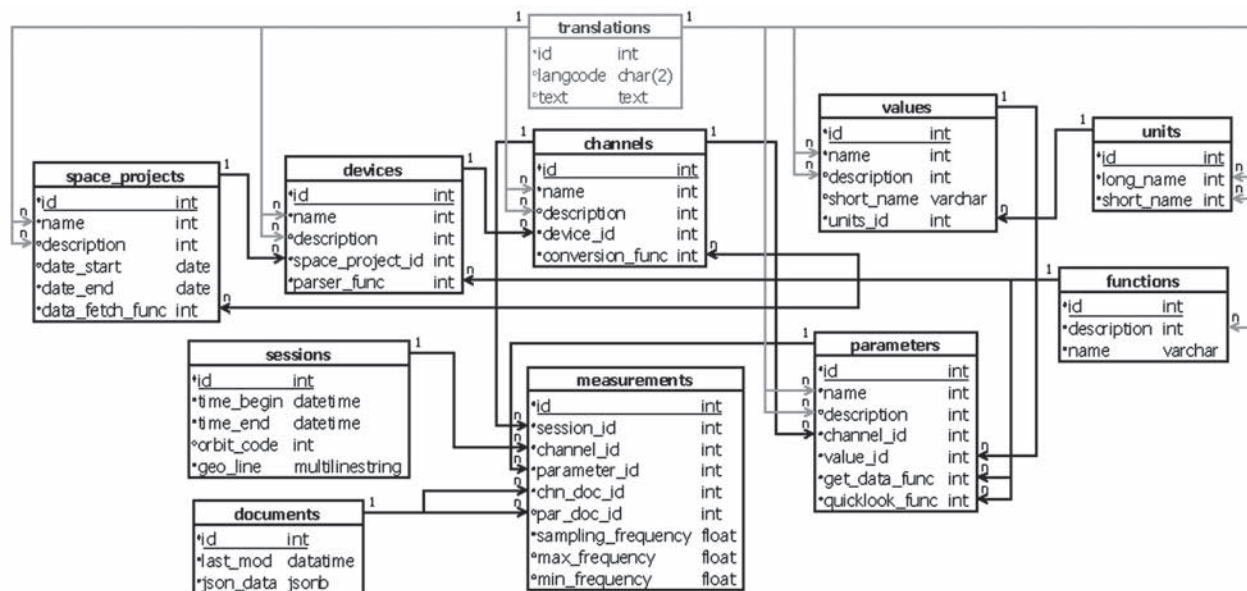


Рис. 1. Схема базы данных системы PROMIS

обеспечения возможности их повторной обработки. Распаковка битового потока осуществляется автоматически с помощью программно-аппаратных средств, интегрированных в систему PROMIS. Запись данных 0-го уровня является внутренней, недоступной пользователям за пределами системы PROMIS;

- данные уровня 1 — сырые данные измерений в виде, в котором они были переданы от блоков электроники приборов в информационную систему спутника, привязанные ко времени, и занесённые в базу данных системы PROMIS. На этом этапе проводится геопривязка данных: по результатам расчёта трассы спутника согласно его баллистическим параметрам или на основе телеметрической информации со спутника. Данные уровня 1 доступны через веб-интерфейс ограниченному количеству пользователей, как правило, только разработчикам приборов;

- данные уровня 2 — тарированные данные измерений, записанные в общепринятых физических единицах и адресованные всему научному сообществу. Преобразование данных от 1-го до 2-го уровня осуществляется средствами системы PROMIS или, опционально, разработчиками приборов.

База данных и управление потоками данных.

Информационная система PROMIS обеспечивает выполнение следующих блоков операций с данными (укрупнённо):

- скачивание спутниковых данных с серверов приёмных радиостанций;
- многоуровневую обработку данных по всей вышеописанной цепочке — от битового потока до данных 2-го уровня;
- выборку данных согласно пользовательским запросам, их предварительную визуализацию и генерацию файлов данных для скачивания в ряде общепринятых пользовательских форматах.

Основу серверной части системы PROMIS составляет БД, которая хранит данные измерений 1-го и 2-го уровней обработки. Чтобы выборки данных осуществлялись одинаково быстро, независимо от объёма накопленной информации, данные сохраняются целыми массивами, соответствующими одному сеансу включения каждого прибора, в документно-ориентированном виде (в нашем случае — в json-формате), а для поиска и выборки данных документы данных снабжаются метаданными — наборами параметров, по которым производится быстрый поиск интересующих пользователя данных. В системе

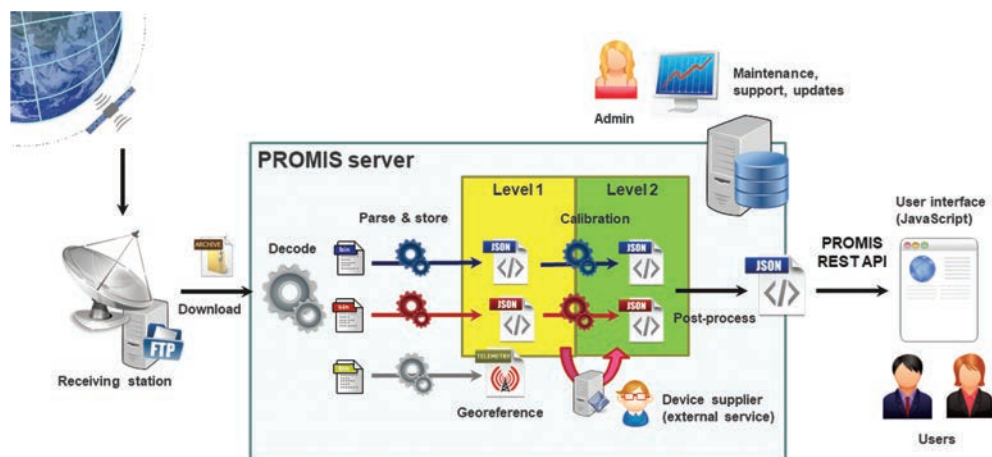


Рис. 2. Тракт обработки информации системой PROMIS

PROMIS метаданными являются: наименование космической миссии (поскольку система хранит данные разных космических аппаратов), наименования измеряющего прибора и измеряемого физического параметра (поскольку разные приборы могут измерять одну и ту же физическую величину), время и географические координаты измерений.

Структура БД показана на рис. 1. Записи данных в json-формате хранятся в таблице «documents». Удобство использование json-формата заключается в том, что он позволяет хранить данные различной структуры — низкочастотные и высокочастотные временные ряды, спектры, изображения и т. д., о чём шла речь выше. Записи документов данных связаны с записями метаданных через таблицу «measurements».

На рис. 2 представлена блок-схема тракта обработки информации системой PROMIS. Хотя для каждого научного прибора процедуры обработки данных реализуются по-разному, последовательность шагов обработки для всех потоков данных одинакова. В силу этого добавление в систему PROMIS данных от других приборов и других космических аппаратов осуществляется унифицированно, путём присоединения однотипных программных модулей без изменения каркаса системы (что иллюстрируют «шестерёнки» на рис. 2).

Прикрепление модулей обработки к своим потокам данных осуществляется также посред-

ством БД, как показано на рис. 1. Администратор через административную панель связывает:

- 1) имя модуля декодирования и восстановления данных 0-го уровня — с описанием спутниковой миссии (функция `data_fetch_func` в таблице «space projects», рис. 1);
- 2) имена модулей извлечения данных 1-го уровня — с измерительными приборами (функция `parser_func` в таблице «devices»);
- 3) имена модулей тарировки и калибровки данных — с каналами измерений приборов (функция `conversion_func` в таблице «channels»);
- 4) имена модуля предварительного просмотра данных (функция `quicklook_func`) и модуля генерации файлов для загрузки пользователем — с физическими параметрами (функция `get_data_func` в таблице «parameters»).

Проиллюстрируем вышесказанное на примере того, как реализуется функция предварительного просмотра высокочастотных и низкочастотных временных рядов измерений, скажем, квазипостоянного магнитного поля (измеряющий прибор — феррозондовый магнитометр, частота дискретизации примерно 10 Гц) и переменного магнитного поля (измеряющий прибор — индукционный магнитометр, частота дискретизации достигает порядка 100 кГц). Условимся, что визуализацией низкочастотных данных является график, а высокочастотных — динамический спектр. Тогда для быстрого просмотра низкочастотных данных функция `quicklook_func` под-

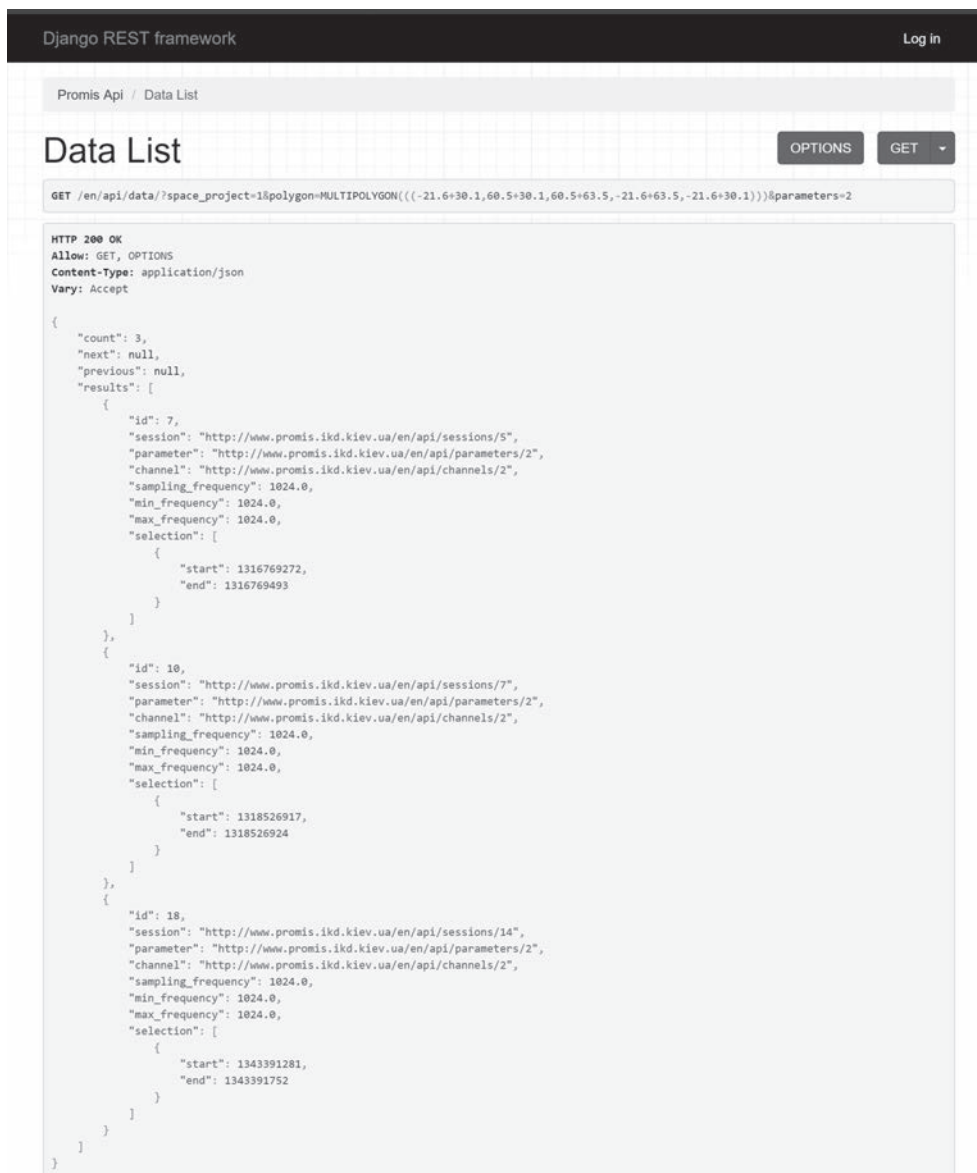


Рис. 3. Пример получения информации с помощью PROMIS REST API

ключает модуль разрежения данных (степень разрежения зависит от объёма данных, подлежащих визуализации) и построения графика разреженного ряда данных. В случае высокочастотных данных эта же функция подключает другой модуль, который с крупным шагом по времени вычисляет по небольшому количеству отсчётов мгновенные спектры данных, а затем соединяет их в разреженный динамический спектр.

2. ГЕОКОСМИЧЕСКИЙ АРІ

Использование выделенного протокола общения между сервером и веб-интерфейсом АРІ (Application Programmer's Interface) широко используется в современных веб-технологиях. Помимо ускорения работы веб-интерфейса, АРІ создаёт возможность скачивания данных в обход веб-интерфейса, что весьма удобно для загрузки данных сразу в программную среду пользова-

теля, а также при создании внешних информационных сервисов, использующих данные исходного ресурса. Распространённым является использование технологии REST API, которая присваивает ресурсам данных url-адреса, благодаря чему эти данные можно получить из БД по http-протоколу, причём непосредственно в json-формате. Ещё одно удобство состоит в возможности добавить в url-адрес поисковые параметры, по которым веб-сервер осуществит фильтрацию данных.

Некоторые информационные ресурсы уже предлагают доступ к хранилищам данных через API. Скажем, в области гелиофизики используется стандарт протокола выборки данных солнечных телескопов — Heliophysics Application Programmer's Interface (HAPI) [4]. Мы ставим целью разработать схожий стандарт, предназначенный для геокосмических хранилищ данных, который мы по аналогии наименовали Geospace Application Programmer's Interface (GAPI). GAPI находится в стадии разработки, и в последующем будет опубликован. На рис. 3 представлен

пример извлечения из БД с помощью PROMIS REST API информация об измерениях интересующего пользователя физического параметра в заданной пользователем пространственной области.

3. ВЕБ-ИНТЕРФЕЙС

С текущей реализацией веб-интерфейса системы PROMIS можно ознакомиться онлайн, по ссылке <https://promis.ikd.kiev.ua>. Скриншот веб-интерфейса приведен на рис. 4. В настоящее время система PROMIS загружена небольшим объёмом данных экспериментов «Вариант» на спутнике «Січ-1М» (2004 г.) [1] и «Потенциал» на спутнике «Січ-2» (2011—2012 гг.) [3]. Разработка веб-интерфейса не завершена и продолжается итерационно, на основе полученных отзывов.

В будущем доступ в систему PROMIS будет открыт только зарегистрированным и авторизованным пользователям, а права доступа будут различными для разных категорий клиентов системы (оператор системы, участник космического эксперимента, сторонний пользователь и

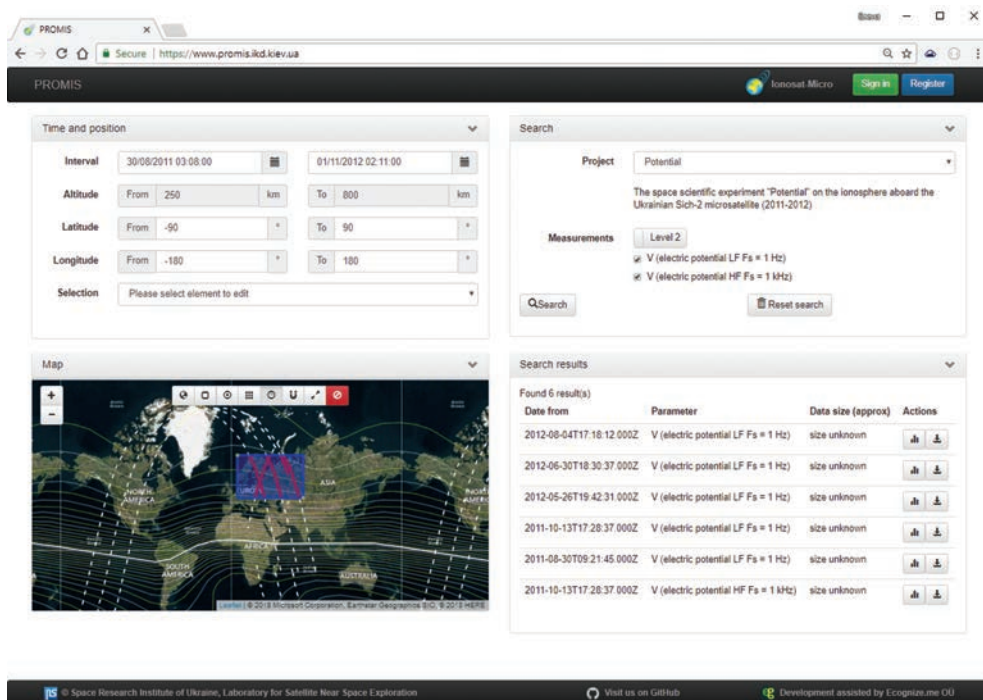


Рис. 4. Вид веб-интерфейса системы PROMIS

т. д.). Например, данные 1-го уровня могут быть доступны только участникам космического эксперимента, а данные 2-го уровня – всем пользователям (в зависимости от того, как это регламентируется политикой распространения данных космической миссии). Чтобы ознакомить широкую аудиторию с функционалом системы PROMIS, ограничения доступа и необходимость в регистрации временно отключены.

При разработке веб-интерфейса особый упор был сделан на том, чтобы обеспечить возможность поиска и предварительного просмотра данных до выполнения их загрузки на персональный компьютер (поскольку загрузка может оказаться довольно затратным процессом).

Отличительные особенности веб-интерфейса системы PROMIS следующие:

- пользователь может переключаться между спутниковыми проектами;

- пользователь может задать перечень интересующих его физических величин, а не только приборов, как это практикуется в большинстве подобных систем. Для примера сравним между собой две опции поиска одних и тех же данных: с использованием опции «зонд Ленгмюра» и с использованием опции «концентрация электронов». Первая опция звучит непонятно для неискущённого в технике космического эксперимента пользователя (тем более что зонды Ленгмюра на разных спутниках назывались по-разному, и соответственно по-разному именуются в каталогах экспериментальных данных). Вторая опция понятна всем;

- пользователь может задать интересующий его временной интервал наблюдений (по умолчанию – весь период реализации космического проекта). С этой целью можно вручную ввести дату и время суток (до секунд), а можно выбрать их на выпадающем календаре;

- пользователь может задать географическую область наблюдений (по умолчанию – весь глобус). Первый способ – путём задания соответствующих интервалов широт и долгот; при этом выделенная область автоматически отображается на карте. Вторым способом – нарисовать область на карте вручную. Для этого пользователю предоставлены графические инструменты построе-

ния прямоугольника, круга или произвольного полигона на карте Земли;

- помимо географических координат на карту по необходимости накладываются дополнительные геофизические сетки: геомагнитных координат, элементов магнитного поля Земли и пр.;

- карта земного шара доступна как в 2D-представлении (в проекции Меркатора, рис. 4), так и в 3D-представлении (глобус, рис. 5);

- после выполнения поиска данных система отображает на карте участки спутниковых орбит, которые удовлетворяют условиям поиска, и на которых были проведены измерения выбранных пользователем параметров. При наличии данных измерений за пределами зоны поиска, система подсказывает об этом, отображая пунктиром участок орбиты, соответствующий всему сеансу измерений (как показано на рис. 4 и 5);

- результаты поиска отображаются в виде таблицы с описанием выбранных данных, включающем наименование физического параметра, привязку файла данных ко времени (географическую привязку даёт трасса спутника на карте, как было описано выше) и оценку объёма данных. Далее пользователю предоставляются опции предварительного просмотра и скачивания данных. Пример реализации предварительного просмотра показан на рис. 6;

- файл данных для скачивания включает результаты измерений только внутри пространственно-временного окна, заданного пользователем, а не всего сеанса измерений соответствующего прибора (как это делается в большинстве аналогичных поисковых систем). Таким образом, у пользователя нет необходимости загружать данные сеанса измерений целиком, а потом выбирать из него нужные фрагменты записей данных; это за него выполняет система. Файлы данных генерируются в нескольких общепринятых форматах и снабжаются сопроводительной информацией.

В перспективе веб-интерфейс системы PROMIS планируется расширить в части отображения дополнительной информации (например, идентификации на карте ночных и дневных участков орбит и т. п.) и в части обеспечения функций интеллектуального анализа данных.

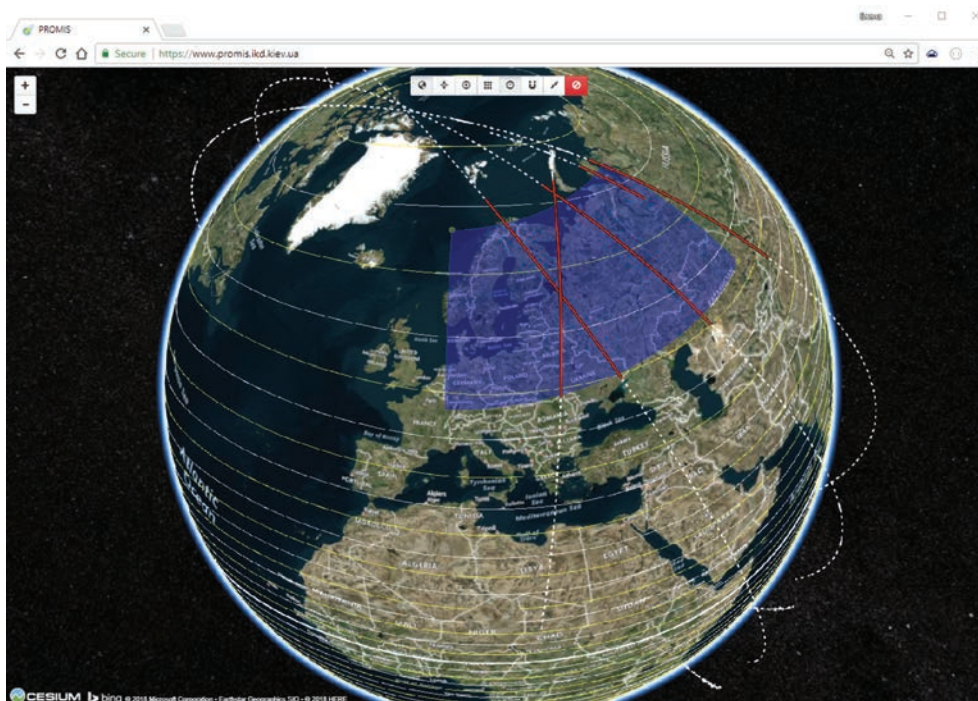


Рис. 5. Окно геопривязки данных в конфигурации 3D

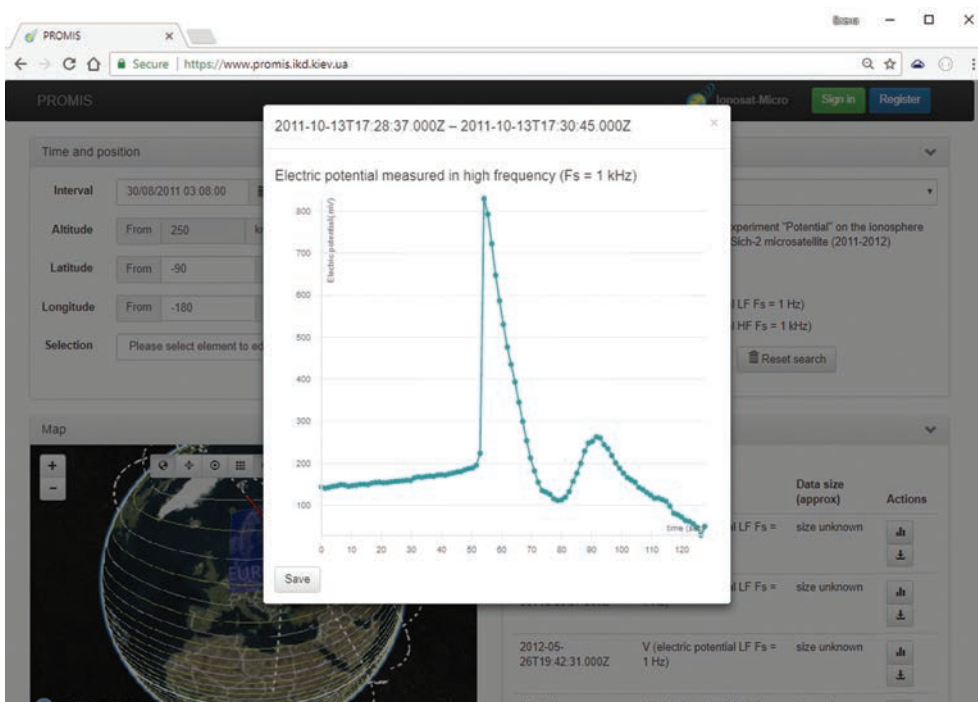


Рис. 6. Окно предварительного просмотра данных

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы представили описание новой платформы для системы сбора, многоуровневой обработки и поиска данных геокосмических спутниковых наблюдений. В ходе разработки мы преследовали ряд общих целей:

- обеспечить расширяемость системы таким образом, чтобы добавление новых цепочек данных (от других приборов и других космических аппаратов) осуществлялось унифицированно, посредством создания однотипных программных модулей и их добавления в систему;
- предложить экспертному сообществу разработать стандарт Геокосмического API;
- разработать и продемонстрировать перспективный веб-интерфейс геоинформационной системы (включая функционалы поиска и выбор-

ки данных, функционал предварительного просмотра данных, функционал генерации файлов данных для скачивания и т. д.).

На момент написания статьи система PROMIS доступна для ознакомления в бета-версии по ссылке <https://promis.ikd.kiev.ua>. Система загружена небольшим объёмом архивных данных разной структуры. Авторы статьи будут благодарны за выявленные программные ошибки, отзывы и пожелания по совершенствованию системы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Национальной академии наук Украины в рамках договоров № 5-02/18 от 8.02.2018 и №5-02/19 от 11.02.2019 и Государственного предприятия «Конструкторское бюро «Южное» имени М. К. Янгеля» в рамках ОКР №530-18 от 12.07.2018.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корепанов В. Є., Крючков Є. І., Лізунов Г. В., Федоренко А. К., Дудкін Ф. Л. Експеримент «Варіант» на супутнику «Січ-1М» — перші результати. *Космічна наука і технологія*. 2007. **13**, № 4. С. 10—17.
2. *Космический проект «Ионосат-Микро»: монография*. (Под общ. ред. С. А. Засухи, О. П. Фёдорова). Киев: Академперіодика, 2013. 218 с.
3. Лизунов Г. В., Луценюк А. А., Корепанов В. Е., Шендерук С. Г., Леонтьев А. Ю., Приймак А. И. Космический эксперимент «Потенциал» на спутнике «Сич-2». *Космічні дослідження в Україні. 2010—2012. (Під ред. О. П. Федорова)*. Киев, 2012. С. 7—11.
4. HAPI Data Access Specification. URL: <https://github.com/hapi-server/data-specification/raw/master/hapi-2.1.0/HAPI-data-access-spec-2.1.0.pdf> (дата звернення 10.10.2019).
5. Milinevsky G., Yatskiv Ya., Degtyaryov O., Syniavskiy I., Mishchenko M., Rosenbush V., Ivanov Yu., Makarov A., Bovchaliuk A., Danylevsky V., Sosonkin M., Moskalov S., Bovchaliuk V., Lukenyuk A., Shymkiv A., Udodov E. New satellite project «Aerosol-UA»: remote sensing of aerosols in the terrestrial atmosphere. *Acta Astronautica*. 2016. **123**. P. 292—300.
6. Recommendation for space data system standards. URL: <https://public.ccsds.org/Pubs/102x0b5s.pdf> (дата звернення 10.10.2019).

Стаття надійшла до редакції 09.09.2019

REFERENCES

1. Korepanov V. Ye., Kriuchkov Ye. I., Lizunov G. V., Fedorenko A. K., Dudkin F. L. (2007). Experiment “Variant” onboard “Sich-1M” — the first results. *Space science and technology*, **13** (4), 10—17 [in Ukrainian].
2. Zasukha S. A., Fedorov O. P. (Eds). (2013). *Space Project “Ionosat-Micro”: monograph*. K.: Academiperidic [in Russian].
3. Lizunov G. V., Lukeniuk A. A., Korepanov V. Ye., Shenderuk S. G., Leontiev A. Yu., Priyimak A. I. (2012). Space experiment Potential onboard Sich-2 satellite. *Space science and technology. 2010—2012*, 7—11 [in Russian].
4. HAPI Data Access Specification. URL: <https://github.com/hapi-server/data-specification/raw/master/hapi-2.1.0/HAPI-data-access-spec-2.1.0.pdf> (Last accessed 10.10.2019).
5. Milinevsky G., Yatskiv Ya., Degtyaryov O., Syniavskiy I., Mishchenko M., Rosenbush V., Ivanov Yu., Makarov A., Bovchaliuk A., Danylevsky V., Sosonkin M., Moskalov S., Bovchaliuk V., Lukenyuk A., Shymkiv A., Udodov E. (2016). New satellite project “Aerosol-UA”: remote sensing of aerosols in the terrestrial atmosphere. *Acta Astronautica*. **123**. 292—300.
6. Recommendation for space data system standards. URL: <https://public.ccsds.org/Pubs/102x0b5s.pdf> (Last accessed 10.10.2019).

Received 09.09.2019

О. В. П'янкova¹, мол. наук. співроб.,

E-mail: el.piankova@gmail.com

Г. В. Лізунов¹, зав. лаб., канд. фіз.-мат. наук,

E-mail: georgii.lizunov@gmail.com

О. Г. Меланченко², провід. спец., канд. техн. наук,

E-mail: a.g.melanchenko@gmail.com

О. М. Протас³, IT-інженер

¹ Інститут космічних досліджень НАН України і ДКА України,
Проспект Академіка Глушкова 40, корп. 4/1, Київ, Україна, 03187

² ДП «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля»,
вул. Криворізька 3, Дніпро, Україна, 49008

³ Ecognize.me OÜ, Естонія

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ЗБОРУ, ОБРОБКИ ТА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ДАНИХ ДЛЯ ГЕОКОСМІЧНИХ СУПУТНИКОВИХ ПРОЕКТІВ

Напрямок сучасних космічних досліджень, що швидко розвивається, є фізика геокосмосу — фізика верхньої атмосфери, іоносфери і магнітосфери Землі. Специфіка баз даних геокосмічних супутникових проектів визначається характером проведених у космосі спостережень — тривалих сеансів реєстрації параметрів космічного середовища уздовж орбіти супутника (температури, концентрацій заряджених і нейтральних частинок, електричного і магнітного полів тощо; всього кілька десятків найменувань параметрів). Ці вимірювання прив'язуються до положення супутника, а пошук даних за запитом користувача відбувається за умови перетину орбітою супутника просторово-часового вікна, яке задається користувачем. Звідси випливають специфічні вимоги до структури бази даних, до її API та вебінтерфейсу. В Інституті космічних досліджень НАН України і ДКА України ведуться роботи зі створення центру збору, обробки і поширення супутникових даних, програмно-апаратний компонент якої отримав найменування PROMIS. Центр створюється в рамках підготовки місій «Іоносат-Мікро» і «Аерозоль-UA», але його ресурси також можуть бути використані для розміщення даних інших геокосмічних місій.

Мета статті — ознайомити експертну спільноту з влаштуванням інформаційної системи PROMIS (<https://promis.ikd.kiev.ua>) і отримати відгуки про зручність її використання та перспективи розвитку.

Ключові слова: космічний експеримент, обробка даних, інформаційна система, програмне забезпечення, вебдодаток.

О. В. Piankova¹, Junior researcher, E-mail: el.piankova@gmail.com

Г. В. Lizunov¹, Head of laboratory, Cand. Sci. in Phys. & Math., E-mail: georgii.lizunov@gmail.com

О. Г. Melanchenko², Leading specialist, Cand. Sci. in Tech., E-mail: a.g.melanchenko@gmail.com

О. М. Protas³, IT engineer

¹ Space Research Institute of NASU and SSAU,
40, building 4/1, Akademika Hlushkova Ave, Kyiv, Ukraine, 03187,

² Yuzhnoye State Design Office,

3, Krivorizka Str., Dnipro, Ukraine, 49008

³ Ecognize.me OÜ, Estonia

INFORMATION SYSTEM FOR DATA COLLECTION, PROCESSING, AND DISTRIBUTION IN GEOSPACE PROJECTS

The physics of near-Earth space — the Earth's upper atmosphere, ionosphere, and magnetosphere — is a fast-growing field of modern space research. Databases of geospace projects must take into account the nature of the measurements consisting of a prolonged record of the space parameters along the satellite's orbit (temperature, neutral and charged particle densities, electric and magnetic field components, etc., more than several dozen variables in total). The measured data must be matched to the satellite's position (in contrast, let's say, to solar space telescope that only requires time matching). The user query to the data storage is therefore represented by both spatial and temporal constraints. This drives the need for a specific database, API (Application Programmer's Interface), and user interface structure.

A special centre for collection, processing, and distribution of satellite data is under development at the Space Research Institute of the NASU-SSAU (Ukraine). It is aimed, first of all, for the Ionosat-Micro and the Aerosol-UA projects but designed with an ability to host data from any geospace mission in mind.

The goal of this article is to introduce the structure of the core component of this centre — the PROMIS information system (abbreviated from PROCessed Measurements of Ionospheric Satellites), available at <https://promis.ikd.kiev.ua>, to the expert community and to get feedback and suggestions on further improvements to usability and functionality of this system.

Keywords: space experiment, satellite data, data processing, information system, software, web-application.