

УДК 004.5

*А. В. Козлов, И. В. Назаров, К. С. Алсынбаев*

**РАЗРАБОТКА ГЕОПОРТАЛА ЦЕНТРА КОСМИЧЕСКИХ УСЛУГ  
НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ**

*Представлены информационно-программные решения, примененные для создания геоportала Центра космических услуг Калининградской области. Использовалось программное обеспечение с открытыми кодами (GeoNetwork – для создания и работы с метаданными, GeoServer – для публикации геоданных, PostGreSQL – для хранения геоданных) и открытые форматы (WMS, WFS, KML) для публикации геодан-*

---

© Козлов А. В., Назаров И. В., Алсынбаев К. С., 2014

*Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2014. Вып. 10. С. 140 – 148.*



ных. Описаны структуры NoSQL таблиц для хранения и управления полнотекстовыми и пространственными индексами, а также структуры запросов к таблицам.

*Information-software solutions applied to creation of geoportal of the Center of space services of the Kaliningrad region are presented. The software with open codes (GeoNetwork – for creation and work with metadata, GeoServer – for publication of geodata, PostGreSQL – for storage of geodata) and open formats (WMS, WFS, KML) for the publication of geodata was used. Structures of NoSQL tables for storage and management of full text and spatial indexes, and also structure of query to tables are described.*

**Ключевые слова:** геопортал, метаданные, noSQL база данных, программное обеспечение с открытыми кодами.

141

**Key words:** geoportal, metadata, noSQL database, open code software.

Центр космических услуг Калининградской области (далее – Центр) проектировался как региональный центр компетенции в сфере предоставления широкого спектра космических продуктов и услуг для граждан, предприятий и организаций различных форм собственности, муниципальных и государственных органов власти. К основным задачам регионального центра космических услуг относятся:

- сбор, хранение и предоставление потребителям данных дистанционного зондирования Земли из космоса;
- создание и поддержка программных продуктов на основе использования данных дистанционного зондирования Земли из космоса, спутниковой связи, навигационного, топогеодезического, картографического, гидрометеорологического и других видов космического обеспечения;
- оказание консультационных и обучающих услуг, пропаганда использования космических продуктов в различных сферах жизнедеятельности.

В настоящее время наблюдается существенный прирост рынка использования космических данных на основе различных типов, частот и точности зондирования. Запущены новые российские (Канопус В, Ресурс П, Кондор) и зарубежные спутники (Landsat 8, Sentinel 1) с возможностью получения недорогих и актуальных данных в целях:

- прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций;
- мониторинга природных и техногенных процессов природопользования;
- использования космических данных для сельского, лесного, дорожного и водного хозяйства, жилищно-коммунального комплекса, территориального и муниципального планирования и управления;
- предоставления актуальной справочной информации, основанной на данных глобального позиционирования и дистанционного зондирования Земли, для жителей и гостей региона.

Перед коллективом исполнителей стояла задача найти эффективное низкозатратное решение для скорейшего запуска Центра, предполагающего наличие веб-ресурса с удаленным доступом к геопространственным данным и сервисам (геопортала).

Практика создания геопорталов в мире основывается на широком спектре следующих программных решений:

- разработка на основе настройки и API геоинформационных коммерческих решений (ESRI ArcServer, Intergraph GeoServer, MapInfo MapXtreme, Панорама GIS WebServer);
- использование подписки и API условно-свободных ресурсов дистрибьютеров (Сканекс, Совзонд, РЕКОД);
- использование условно-свободного API для встраивания (mesh-up) во внешние картографические сервисы (Google, Yandex, OSM);
- разработка на основе некоммерческих систем программирования с открытыми кодами.

142

Учитывая наличие у коллектива исполнителей опыта создания веб-порталов на базе открытых систем [1], при создании геопортала было реализовано последнее программное решение на базе следующих информационных технологий, соответствующих современному мировому уровню:

- концепция «инфраструктуры пространственных данных», предусматривающая использование как собственных, так и сторонних данных и сервисов на основе создания и поддержки поисковой системы метаданных по открытым стандартам ISO и ГОСТ РФ;
- свободно-распространяемые георесурсы в качестве картографической основы и открытых форматов (WMS, WFS, KML) для публикации геоданных;
- программное обеспечение с открытыми кодами (GeoNetwork — для создания и работы с метаданными, GeoServer — для публикации геоданных, PostgreSQL — для хранения геоданных, Drupal — для создания контента сайта, Flex и JavaScript — в качестве языков программирования).

Геопортал состоит из трех основных компонент: картографическая система, система поиска пространственных данных и непосредственно веб-сервер геопортала. Общая функциональная схема взаимодействия серверов показана на рисунке 1.

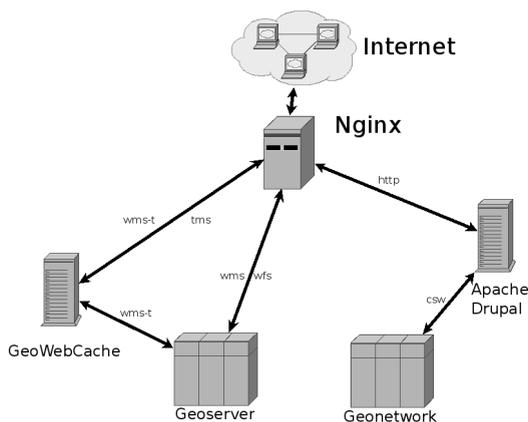


Рис. 1. Общая функциональная схема геопортала

Работу картографической системы обеспечивает WMS-сервис GeoServer, который позволяет публиковать векторные и растровые данные. В качестве базовых слоев геопортала используются электронные карты





Растровые данные формата Image Mosaic JDBC представляются набором разномасштабных фрагментов исходного раstra, размещенных в виде таблиц СУБД `postgrtesql` с пространственными расширениями `postgis`. Каждый растровый слой заносится в таблицу мозаик (рис. 3), содержащую следующие поля:

- *name* — название слоя;
- *spatialtable* — название таблицы с описывающими полигонами фрагментов растрового слоя;
- *tiletable* — название таблицы с фрагментами растрового слоя;
- *resx, resy* — разрешение фрагментов растрового слоя;
- *minx, miny, maxx, maxy* — географическая область, покрываемая растровым слоем.

144

The screenshot shows a database editor window titled "Edit Data - 10.99.102.12 (10.99.102.12:5432) - geoserver - mosaic". The table contains the following data:

	name	spatialtable	tiletable	resx	resy	minx	miny	maxx	maxy
	[PK] charar	[PK] character varying(128)	[PK] character vary	double pre	double pre	double precision	double precision	double precision	double precision
1	osm	tileosm_0	tileosm_0	28.5	28.5	-20037508.34	-20037508.34	20037508.34	20037508.34
2	osm	tileosm_1	tileosm_1	57	57	-20037508.34	-20037508.34	20037508.34	20037508.34
3	osm	tileosm_10	tileosm_10	29184	29184	-20037508.34	-20037508.34	20037508.34	20037508.34
4	osm	tileosm_11	tileosm_11	58368	58368	-20037508.34	-20037508.34	20037508.34	20037508.34
5	osm	tileosm_12	tileosm_12	116736	116736	-20037508.34	-20037508.34	20037508.34	20037508.34
6	osm	tileosm_13	tileosm_13	233472	233472	-20037508.34	-20037508.34	20037508.34	20037508.34
7	osm	tileosm_2	tileosm_2	114	114	-20037508.34	-20037508.34	20037508.34	20037508.34
8	osm	tileosm_3	tileosm_3	228	228	-20037508.34	-20037508.34	20037508.34	20037508.34

Рис. 3. Пример таблицы, содержащей растровые мозаики

Каждый растровый слой может быть представлен несколькими мозаиками фрагментов для разных масштабов (пирамида). Такое построение исключает необходимость проведения операций изменения размера пиксела и вырезания нужного фрагмента раstra для каждого факта изменения текущего масштаба и области визуализации карты. Таблица с фрагментами и описывающими полигонами фрагментов (рис 4.) для растрового слоя содержит следующие поля:

- *location* — путь к файлу с фрагментом раstra;
- *data* — двоичные данные фрагмента раstra;
- *geom* — описывающий полигон фрагмента.

Каждая таблица с фрагментами регистрируется в пространственной БД `POSTGIS` как векторный слой типа *мультиполигон* с полем геометрии `geom`.

Система поиска геоданных состоит из двух программных модулей: пользовательского интерфейса на базе модуля системы управления контентом `Drupal` и сервиса каталогизации метаданных пространственных данных `Geonetwork`. Сервисы взаимодействуют между собой по протоколу `CSW`. Поиск метаописаний основан на сочетании полнотекстового и пространственного индекса `Lucena`. Индекс представлен следующими `noSQL` таблицами, содержащими ключ-значение:



1. Документы - профили метаописаний в формате xml.
2. Последовательности полей, из которых состоят документы.
3. Последовательности терминов, из которых состоят поля документов.
4. Термины, являющиеся последовательностью байтов.

	location [PK] character(64)	data bytea	geom geometry
1	00/00/geomosaic_28-5_201_1201.png	<binary data>	010600002031BF0D00010000001030000001000000500000
2	00/00/geomosaic_28-5_201_1202.png	<binary data>	010600002031BF0D00010000001030000001000000500000
3	00/00/geomosaic_28-5_201_1203.png	<binary data>	010600002031BF0D00010000001030000001000000500000
4	00/00/geomosaic_28-5_201_1204.png	<binary data>	010600002031BF0D00010000001030000001000000500000
5	00/00/geomosaic_28-5_201_1205.png	<binary data>	010600002031BF0D00010000001030000001000000500000
6	00/00/geomosaic_28-5_201_1206.png	<binary data>	010600002031BF0D00010000001030000001000000500000
7	00/00/geomosaic_28-5_201_1207.png	<binary data>	010600002031BF0D00010000001030000001000000500000
8	00/00/geomosaic_28-5_201_1208.png	<binary data>	010600002031BF0D00010000001030000001000000500000
9	00/00/geomosaic_28-5_201_1209.png	<binary data>	010600002031BF0D00010000001030000001000000500000
10	00/00/geomosaic_28-5_201_1210.png	<binary data>	010600002031BF0D00010000001030000001000000500000
11	00/00/geomosaic_28-5_201_1211.png	<binary data>	010600002031BF0D00010000001030000001000000500000
12	00/00/geomosaic_28-5_201_1212.png	<binary data>	010600002031BF0D00010000001030000001000000500000
13	00/00/geomosaic_28-5_201_1213.png	<binary data>	010600002031BF0D00010000001030000001000000500000
14	00/00/geomosaic_28-5_201_1214.png	<binary data>	010600002031BF0D00010000001030000001000000500000

Рис. 4. Пример таблицы с фрагментами растрового слоя для определенного масштаба

Организация индекса в виде noSQL таблиц, содержащих два поля - ключ-значение, существенно ускоряет поиск документов, исключая необходимость выполнения сложных реляционных запросов. Одни и те же значения хранятся в различных видах для обеспечения оптимальной скорости поиска документов. При задании различных критериев поиска, сложные запросы разбиваются на примитивы, соответствие которым вычисляется отдельно. Организовано распараллеливание выборок по отдельным примитивам, что обеспечивает оптимальную производительность. Далее полученные выборки ключей пересекаются или объединяются для получения конечного результата.

Запросы к полнотекстовому индексу Lucena формируются с интерактивной формой системы поиска геопортала и передаются в метакаталог geonetwork по протоколу CSW. CSW запрос к индексу состоит из XML документа, содержащего атрибутивные и пространственные критерии поиска (рис. 5). Для атрибутивных критериев можно задавать фильтры частичного или точного совпадения со значением текстового термина и математические операции сравнения для терминов, представленных числами, например, масштаб, пространственное разрешение и другие, или датами временной области, к которой относятся данные или метаданные. Для пространственного фильтра можно задавать фильтры включения, пересечения, касания пространственной области данных или метаданных.



```
<csw:GetRecords xmlns:csw=http://www.opengis.net/cat/csw/ xmlns:ogc=http://www.opengis.net/ogc'
xmlns:gml=http://www.opengis.net/gml' service='CSW' version='2.0.1' maxRecords='5' outputFormat='application/xml' outputSchema='GML' >
<csw:Query typeNames='nm:ExtrinsicObject=eo' >
<csw:ElementSetName typeNames='eo' >full</csw:ElementSetName >
<csw:Constraint version='1.0.0' >
<ogc:Filter >
<ogc:And >
<ogc:PropertyIsLike >
<ogc:PropertyName >Keyword</ogc:PropertyName >
<ogc:Literal >Landsat</ogc:Literal >
</ogc:PropertyIsLike >
<ogc:Contains >
<ogc:PropertyName >extent</ogc:PropertyName >
<gml:Box srsName='4326' >
<gml:coordinates>32,61 33,62</gml:coordinates >
</gml:Box >
</ogc:Contains >
</ogc:And >
</ogc:Filter >
</csw:Constraint >
</csw:Query >
</csw:GetRecords >
```

Рис. 5. Пример CSW запроса к каталогу пространственных данных

Пространственное индексирование осуществляется аналогично полнотекстовому. Пространственный индекс хранит геометрию границ описываемых данных и индекс документа, к которому эта геометрия привязана. Для реализации системы поиска и хранения пространственных данных была использована открытая база данных PostgreSQL с расширением POSTGIS. Таблица пространственного индекса (рис. 6.) регистрируется в БД POSTGIS как векторный слой типа *мультиполигон* и содержит следующие поля:

- *fid* — идентификатор векторного объекта слоя;
- *id* — идентификатор профиля метаданных в метакаталоге, совпадающий с идентификатором в БД каталога geonetwork;
- *the\_geom* — описывающий полигон описываемых данных.

В случае использования для пространственной индексации файлового индекса в виде *shp* слоя, этот слой должен быть типа *мультиполигон* и включать в себя атрибутивную таблицу, аналогичную таблице POSTGIS.

	fid	id	the_geom
10	11	91035	0100000020E61000000200000010
11	12	117487	0106000020E61000000200000010
12	13	123059	0106000020E61000000200000010
13	14	125177	0106000020E61000000200000010

Рис. 6. Пример таблицы пространственного индекса



В результате поиска на карте отображаются облегченные образы (квиклуки) найденных данных, а в окне списка – краткая информация о найденных объектах в соответствии с заданными критериями поиска. Реализованы возможности просмотра детальной метайнформации, включая контактные данные держателя информации, просмотра квиклуков на карте и в отдельном окне, экспорта метаданных в файлы XML и PDF-форматов, а также просмотра положения данных в сервисе Google Earth.

Таким образом, для незарегистрированных пользователей обеспечена возможность получения информации о геоданных, содержащихся в базе, но без возможности получить копию данных или вывести их на карту. Для этого им нужно обратиться к держателю (собственнику) данных. При наличии разрешения держателя данных после просмотра детальной информации можно организовать доступ к данным в виде онлайн-ресурса.

Помимо поискового сервиса, на геопортале реализован доступ к двум внешним онлайн-сервисам: «Примечательные объекты и места Кёнигсберга» (разработчики – К. С. Алсынбаев, В. М. Брыксин, Н. М. Брыксина) и «Мониторинг просадок» (разработчики – А. В. Филатов, В. М. Брыксин).

Сервис «Примечательные объекты и памятные места Кёнигсберга» позволяет визуализировать слой указаний на местоположения некоторых примечательных объектов и памятных мест Кёнигсберга совместно с исторической растровой картой Кёнигсберга, созданной на основе довоенных топокарт. Также пользователь имеет возможность наложить значки памятных мест и достопримечательностей на современную карту Калининграда. На сервисе представлены указатели наиболее известных религиозных храмов, мостов и памятных мест Кёнигсберга, связанных с жизнью его великого гражданина – Иммануила Канта. Попеременная визуализация растровой исторической карты и современных картографических данных позволяет представить на месте нынешних площадей, парковых зон и кварталов современных застроек размещение зданий и улиц некогда процветающего знаменитого города. По щелчку на значок объекта пользователь может перейти к краткой аннотированной информации объекта и к небольшой иллюстрированной статье. Объекты и различные картографические слои привязаны друг к другу с точностью 10–20 м.

В сервисе «Мониторинг просадок» [3] реализован метод интерферометрической обработки постоянных отражателей. Постоянным отражателем считается объект, который дает высокий и стабильный уровень обратного отражения (амплитуда пиксела), следовательно, фаза сигнала, принятого от такого объекта, имеет низкую дисперсию.

Сервис представляет результаты интерферометрической обработки массива из более 15 разновременных радиолокационных кадров, полученных при повторной съемке одной и той же территории со спутника ALOS (Японское космическое агентство). Снимки получены по гранту Японского агентства аэрокосмических исследований JAXA<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> JAXA ALOS-2\PALSAR: Complex study of radar interferometry potentialities for subsidence monitoring of ground surface and technogenic areas in conditions of changeable natural landscapes.



*Выводы.* В процессе создания геопортала доказана возможность быстрой низкочастотной разработки на основе программного обеспечения с открытыми кодами.

Создана система прототипов информационно-программных решений для дальнейшего развития Центра посредством адаптации и расширения интерфейсных средств доступа к геопорталу и добавления функционала, ориентированного на специализированные потребности пользователей.

Геопортал «Центр космических услуг Калининградской области» запущен в опытную эксплуатацию 26.08.2013 г. по адресу [space.gov39.ru](http://space.gov39.ru).

В настоящее время в базе данных размещены квиклуки и метаданные для более 100 ретроспективных и современных снимков со спутников Российского космического агентства на территорию области (Ресурс ДК, Каноус В, Ресурс П). Снимки предоставляются на регулярной основе НЦ ОМЗ Роскосмоса в соответствии с соглашением о сотрудничестве между Роскосмосом и правительством Калининградской области.

Геопортал функционирует и постоянно обновляется, а его возможности постоянно расширяются по мере поступления и накопления новых космических снимков и тематических геоинформационных слоев.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-07-00666 «Разработка распределенной системы обмена геопространственными данными для научных сообществ на основе технологий GRID, поSQL БД и облачных вычислений».*

#### Список литературы

1. Козлов А. В., Брыксин В. М., Назаров И. В. Пример реализации каталога пространственных данных // XII International Conference on Geoinformatics. Theoretical and Applied Aspects. Kiev, 13–16 May 2013.
2. Брыксин В. М., Козлов А. В. Разработка технологии публикации пространственных данных сверхбольших объемов с использованием открытых систем // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2013. Вып. 4. С. 140–147.
3. Брыксин В. М., Филатов А. В., Евтюшкин А. В. Использование радарных изображений и DInSAR-PSInSAR технологии для мониторинга Западной Сибири и Арктики // Журнал радиоэлектроники. 2012. № 6. С. 51–53.

#### Об авторах

Антон Владимирович Козлов – Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: [AnKozlov@kantiana.ru](mailto:AnKozlov@kantiana.ru)

Игорь Владимирович Назаров – канд. техн. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: [INazarov@kantiana.ru](mailto:INazarov@kantiana.ru)

Камил Салихович Алсынбаев – канд. техн. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: [KAlsynbaev@kantiana.ru](mailto:KAlsynbaev@kantiana.ru)

#### About the authors

Anton Kozlov – I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: [AnKozlov@kantiana.ru](mailto:AnKozlov@kantiana.ru)

Igor Nazarov – PhD, Ass. Prof., I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: [INazarov@kantiana.ru](mailto:INazarov@kantiana.ru)

Kamil Alsynbaev – PhD, Ass. Prof., I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: [KAlsynbaev@kantiana.ru](mailto:KAlsynbaev@kantiana.ru)