

УДК 004.42/.6

СТРУКТУРЫ ДАННЫХ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО ОПИСАНИЯ ДАННЫХ СРЕДСТВ ОХРАНЫ И МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ

Костюк А.И.*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, e-mail: aikostyuk@sfedu.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию структур данных системы цифрового описания данных средств охраны и мониторинга объектов. Целью исследования в данной статье является одна из подзадач разработки и исследования теоретических, алгоритмических и практических основ построения высокопроизводительных вычислительных комплексов, обладающих элементами искусственного интеллекта, адаптивных к изменению условий применения и предназначенных для построения систем квантовой обработки информации и иерархического планирования поведения взаимодействующих необитаемых мобильных роботизированных платформ коллективного сбора и обработки информации о многомерной проблемной среде при решении задач многоуровневой охраны периметра производственного объекта большой территориальной протяженности, а именно – задачи построения цифрового описания данных охраняемых объектов. Как показано в статье, наиболее целесообразным вариантом создания системы цифрового описания данных средств охраны и мониторинга объектов является технологическая схема, в основу которой положено использование в качестве хранилища пространственных данных специализированного расширения для SQL сервера, что обеспечивает гибкость хранения данных и возможность интеграции системы с имеющимися ГИС.

Ключевые слова: структуры данных, цифровое описание данных, необитаемые мобильные роботизированные платформы, охрана и мониторинг объектов, многоуровневая охрана периметра, планирование поведения

DATA STRUCTURES OF THE SYSTEM OF DIGITAL DESCRIPTION OF DATA OF FUNDS OF PROTECTION AND MONITORING OF OBJECTS

Kostyuk A.I.*Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Southern Federal University,
Rostov-on-Don, e-mail: aikostyuk@sfedu.ru*

This article is devoted to the study of the data structures of the digital system for the data protection and monitoring facilities. The purpose of the research in this article is one of the subtasks of the development and research of theoretical, algorithmic and practical foundations for constructing high-performance computing systems that have elements of artificial intelligence adaptable to changing application conditions and designed to build systems for quantum information processing and hierarchical behavior planning of interacting uninhabited mobile robotic platforms of collective collection and processing of information on multimodal Noah problematic environment for solving tasks of multilevel protection of the perimeter of the production facility of big territorial extension – namely, the task of building a digital description of the protected objects. As shown in the article, shown above, the most feasible option for creating a digital system for data protection and monitoring objects is a flow chart based on the use of a specialized extension for the SQL server as a storage of spatial data, which provides storage flexibility data and the ability to integrate the system with existing GIS.

Keywords: data structures, digital data description, uninhabited mobile robotic platforms, object security and monitoring, multi-level perimeter protection, planning of the behavior of protected objects

По мнению экспертов, большая часть задач диагностики, охраны и защиты объектов может быть решена за счет применения беспилотных летательных аппаратов вертолетного и самолетного типов, способных функционировать на удалении от базовой станции на расстоянии несколько сотен километров, обеспечивая круглосуточное слежение за объектом практически в любых климатических условиях. Все это налагает на такие автономные необитаемые мобильные роботизированные платформы специфические требования на системы их управления, в частности на подсистемы устойчивости и управляемости, подсистемы планирования полета, непрерывного мониторинга наблюдаемой поверхности, сбора, оперативного анализа и архивации данных с различных датчиков как бортового, так наземного расположения, а также передачи этих данных на базовую станцию.

Из вышесказанного следует, что система цифрового описания данных для необитаемых мобильных роботизированных платформ коллективного сбора и обработки информации о многомерной проблемной среде является актуальной научно-исследовательской работой.

Цель исследования

Целью исследования в данной статье является одна из подзадач разработки и исследования теоретических, алгоритмических и практических основ построения высокопроизводительных вычислительных комплексов, а именно – задача построения цифрового описания данных охраняемых объектов. При этом такие комплексы должны обладать элементами искусственного интеллекта, быть адаптивными к изменению условий применения. Дальнейшее их предназначение – построение систем квантовой обработки ин-

формации и иерархического планирования поведения взаимодействующих необитаемых мобильных роботизированных платформ коллективного сбора и обработки информации о многомерной проблемной среде при решении задач многоуровневой охраны периметра производственного объекта большой территориальной протяженности.

Материалы и методы исследования

Задачей построения цифрового описания данных и его привязки к цифровому описанию местности является создание следующей структуры данных:

1. Описание обслуживаемого объекта (охраняемого):

1.1. Вид объекта (цельно-протяженный, цельно-площадной, распределенно-протяженный, площадной, точечный).

1.2. Рельеф площадных объектов (равнина, низина, холмистость, гористость, и т.д.).

1.3. Наличие природных объектов (водоёмы, болота, леса, лесопосадки, овраги).

1.4. Описание зон и компонентов объекта.

1.5. Описание смежных территорий.

2. Описания объекта носителя, платформы:

2.1. Физические размеры.

2.2. Полезная нагрузка.

2.3. Сенсоры.

2.4. Автономность.

2.5. Физические возможности локомоции.

2.6. Дальность действия.

2.7. Дальность связи.

2.8. Возможности реагирования.

2.9. Погодные ограничения применения.

2.10. Класс защиты.

3. Описание угроз:

3.1. Приближение к контролируемой зоне.

3.2. Пересечение контролируемых границ.

3.3. Опасные действия.

4. Описание возможностей реагирования:

4.1. Передача сообщения на пункт управления.

4.2. Передача сообщения для ретрансляции.

4.3. Оповещение соседей.

4.4. Звуковые световые сигналы нарушителю.

5. Определение перечня и описание задач:

5.1. Распределение зон функционирования.

5.2. Режимы работы платформ и системы в целом.

5.3. Задача перераспределения.

5.4. Взаимодействия.

5.5. Ретрансляции.

При этом для решения задач привязки объектов к местности целесообразно интегрировать разрабатываемую систему цифрового описания данных к современным геоинформационным системам (ГИС) [1].

В основу структуры данных может быть положена архитектура представления про-

странственных геометрических объектов на базе спецификации реализации пространственной информации OpenGIS [2].

Схематичное изображение модели представлено на рис. 1. Показана связь между классами, содержащими другие классы в качестве элементов, и классами – элементами. Неоднородные коллекции являются экземплярами класса Geometry Collection (Коллекция геометрических объектов). Geometry (Геометрия) представляет собой базовый класс. Его подклассами являются Point (Точка), Curve (Кривая), Surface (Поверхность) и Geometry Collection. Пространственная Система Координат (Spatial Reference System) описывает координатное пространство, в котором определен данный геометрический объект.

В иерархию входят классы MultiPoint (набор точек, 0-мерный класс), MultiLineString (набор линий, 1-мерный класс) и MultiPolygon (набор полигонов, 2-мерный класс). Данные классы применяются для задания коллекций Point, LineString и Polygon. Классы MultiCurve (мультикривая) и MultiSurface (мультиповерхность) введены как суперклассы для обобщения интерфейсов управления Curve и Surface.

На сегодняшний день существуют несколько основных механизмов реализации баз данных для хранения геометрических объектов [3].

1. Одна или несколько программ, запускаемых на стороне пользователя. Недостатками такого подхода является использование собственного (как правило, закрытого) формата данных и, как следствие, сложность обмена данными с другими системами, невозможность интеграции с остальными продуктами [4].

2. Клиент-серверная программа. Представляет собой клиентскую программу на стороне пользователя, взаимодействующую с серверной программой. Как правило, данная схема предполагает собственную структуру базы данных и, соответственно, свои внутренние форматы данных. Недостатки подобной схемы – сложность интеграции с другими системами, привязка пользователя к поставщику из-за собственного формата хранения данных [5].

3. Клиент-серверная система на основе одного из стандартных SQL серверов (PostgreSQL, MySQL, Microsoft SQL Server, Oracle, и др.), представляющая собой приложение для конечного пользователя с внутренней структурой хранения пространственных данных. Недостатком подобного решения все еще является уникальная для конкретного решения внутренняя структура данных.

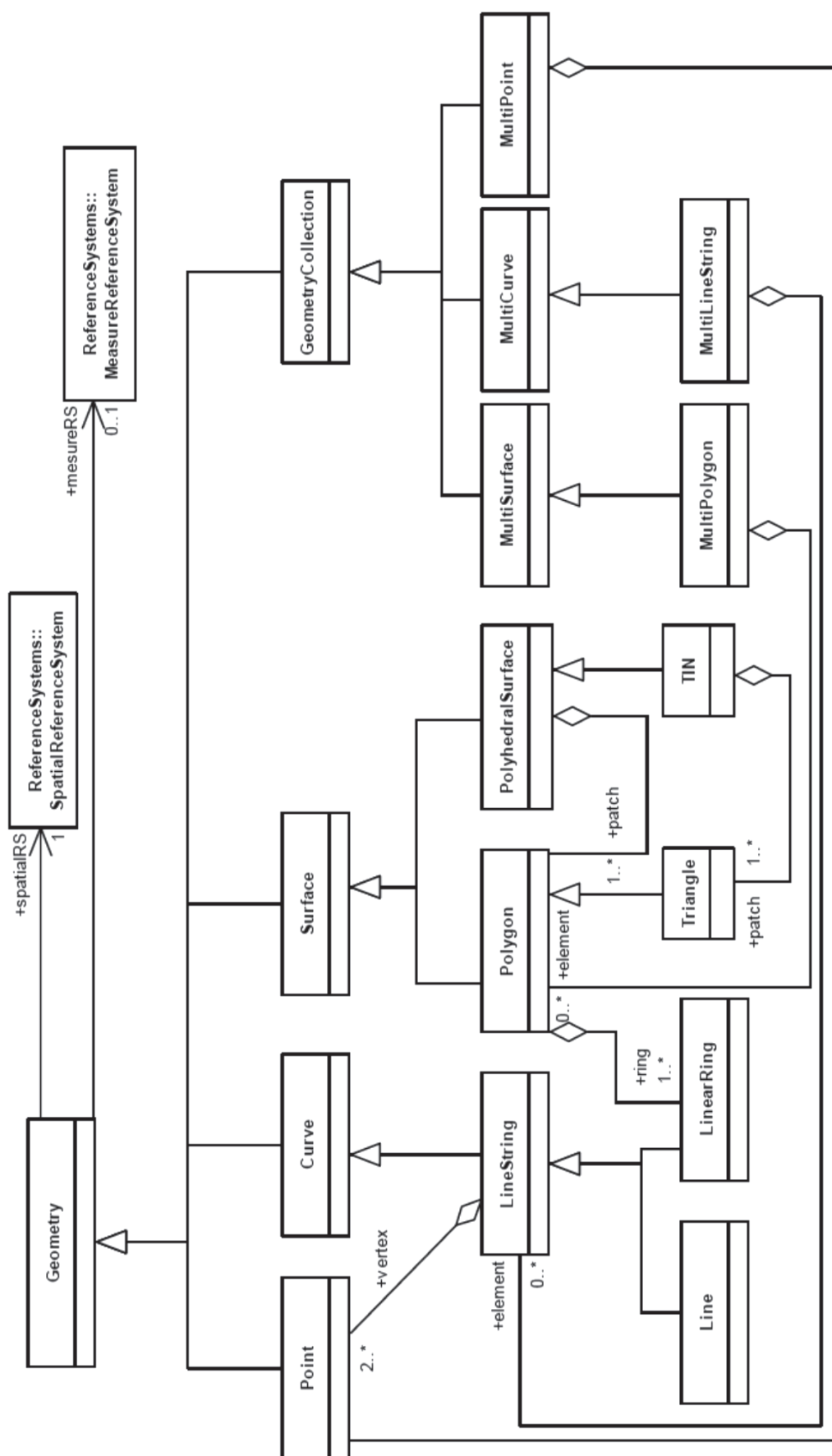


Рис. 1. Иерархия класса *Geometry*

Исходя из вышеизложенного, наиболее целесообразным подходом представляется использование в качестве хранилища пространственных данных специализированных расширений для наиболее распространенных SQL серверов, в частности для реализации системы цифрового описания данных средств охраны и мониторинга объектов рассмотрим возможности Microsoft Spatial для Microsoft SQL Server [6].

Пространственные данные представляют сведения о физическом расположении и форме геометрических объектов. Такими объектами могут быть точки или более сложные объекты, например страны, дороги, озера.

Существует два типа пространственных данных. Тип данных *geometry* поддерживает планарные или евклидовы данные (система координат для плоской Земли). Тип данных *geometry* соответствует спецификации «Simple Features for SQL» консорциума OGC версии 1.1.0 и стандарту SQL MM (стандарт ISO).

Кроме того, SQL Server поддерживает тип данных *geography*, который используется для хранения эллиптических данных, таких как координаты GPS широты и долготы.

Объекты пространственных данных

Типы данных *geometry* и *geography* поддерживают шестнадцать объектов пространственных данных или типов экземпляров. Однако только одиннадцать из этих типов экземпляров являются материализуемыми. Такие экземпляры можно создавать в базе данных и работать с ними. Эти экземпляры наследуют от родительских типов данных некоторые свойства, которые разделяют их на *Points*, *LineStrings*, *CircularStrings*, *CompoundCurves*, *Polygons*, *CurvePolygons* или несколько экземпляров *geometry* или *geography* в коллекции *GeometryCollection*. Тип *Geography* имеет дополнительный тип экземпляра *FullGlobe*.

Материализуемыми типами *geometry* и *geography* являются *Point*, *MultiPoint*, *LineString*, *CircularString*, *MultiLineString*, *CompoundCurve*, *Polygon*, *CurvePolygon*, *MultiPolygon* и *GeometryCollection*. Есть один дополнительный тип, допускающий создание экземпляров, для типа данных *geography*: *FullGlobe*. Типы данных *geometry* и *geography* могут распознавать определенный экземпляр, если он имеет правильный формат, даже в том случае, если он не был определен явно. Например, если определить экземпляр *Point* явно с помощью метода *STPointFromText()*, то типы данных *geometry* и *geography* будут распознавать экземпляр как *Point*, если входные данные метода имели правильный формат.

Если определить такой же экземпляр с помощью метода *STGeomFromText()*, то оба типа данных *geometry* и *geography* будут распознавать экземпляр как *Point*.

Подтипы для типов *geometry* и *geography* делятся на простые типы и типы-коллекции. Некоторые методы, например *STNumCurves()*, работают только с простыми типами.

Различия между типами данных geometry и geography

Два типа пространственных данных часто демонстрируют одинаковое поведение, однако у них имеется ряд ключевых различий в способе хранения и управления данными.

Определение границ соединения

Определяющими данными для типов *LineString* и *Polygon* могут быть только вершины. Границей соединения между двумя вершинами в типе *geometry* является прямая линия. Однако границей соединения между двумя вершинами в типе *geography* является короткая большая эллиптическая кривая, проложенная между вершинами. Большой эллипс представляет собой пересечение эллипсоида с плоскостью, проходящей через его центр, а большая эллиптическая кривая представляет собой сегмент кривой на большом эллипсе.

Измерения в пространственных типах данных

В планарной модели (или модели плоской Земли) измерение расстояний и площадей проводится в таких же единицах измерения, в каких представляются координаты. При использовании типа данных *geometry* расстояние между точками (2, 2) и (5, 6) составляет 5 единиц, независимо от используемых единиц.

В эллиптической модели, или модели круглой Земли, координаты указываются в градусах долготы и широты. Однако длины и площади обычно измеряются в метрах и квадратных метрах, хотя измерения могут зависеть от идентификатора пространственной ссылки (SRID) экземпляра *geography*. Самой распространенной единицей измерения типа данных *geography* является метр.

Ориентация пространственных данных

В планарной системе ориентация кольца многоугольника является несущественным фактором. Например, многоугольник ((0, 0), (10, 0), (0, 20), (0, 0)) идентичен многоугольнику ((0, 0), (0, 20), (10, 0), (0, 0)). Спецификация «Simple Features for SQL» консорциума OGC не определяет положение кольца, а SQL Server его не учитывает.

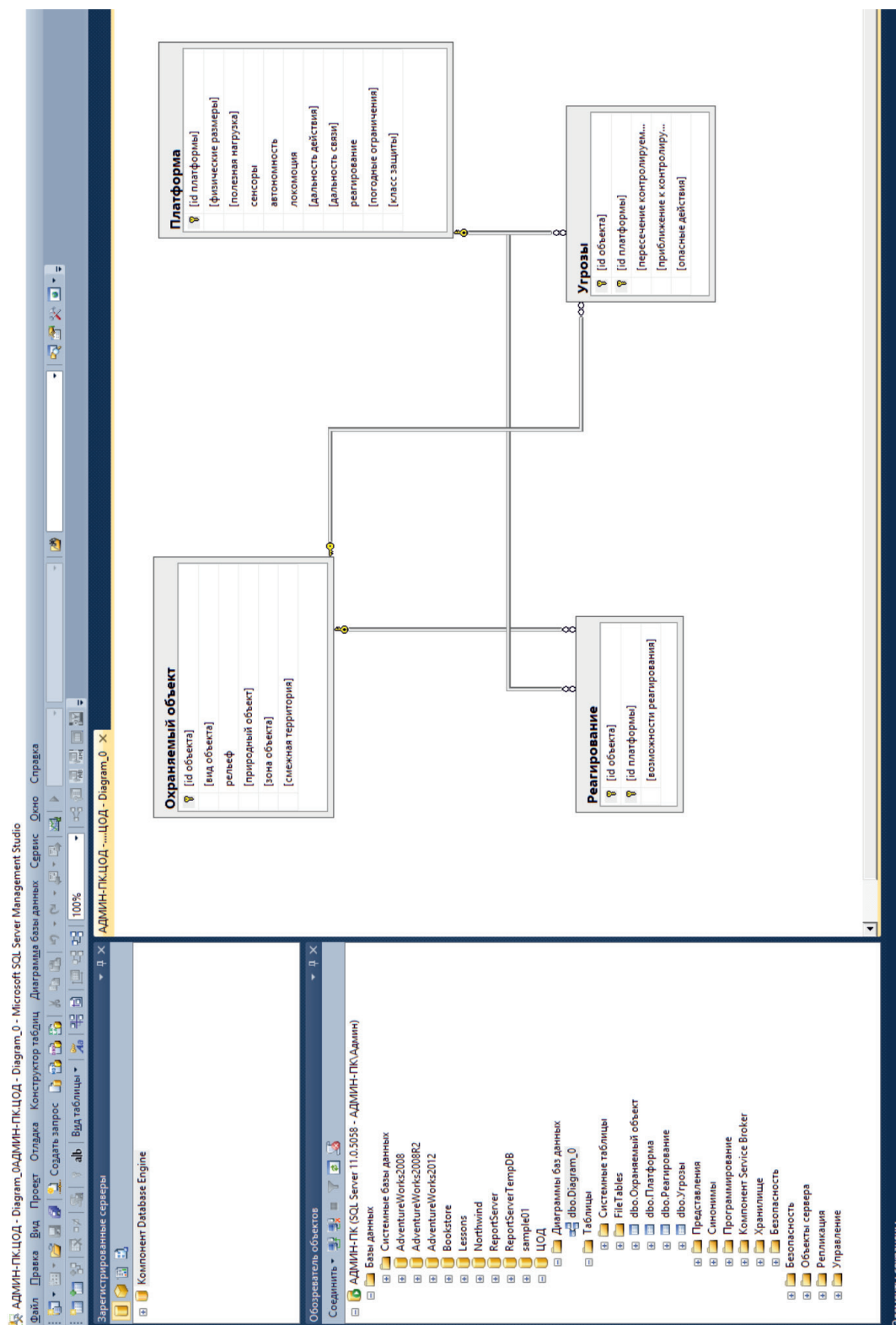


Рис. 2. Обобщенная структура БД ЦОД MS SQL SERVER

В SQL Server 2016 тип FullGlobe представляет разновидность Polygon, охватывающую весь земной шар. Объект FullGlobe имеет площадь, но не имеет границ и вершин.

Результаты исследования и их обсуждение

Обобщенная структура базы данных системы цифрового описания данных средств охраны и мониторинга объектов может быть представлена в СУБД MS SQL SERVER следующим образом (рис. 2).

Как видно из вышеизложенного, реализация структур данных системы ЦОД возможна средствами Microsoft SQL Server, используя типы данных geometry для объектов локального характера и типов данных geography для объектов глобального уровня.

Вопрос взаимодействия с ГИС может быть решен средствами библиотек «OpenGIS® Implementation Standard for Geographic information». Данная библиотека содержит функционал методов пространственного анализа, позволяющий решать задачи пространственных отношений, в том числе такие, как определение площадей геометрических объектов, нахождение зон пересечений, конвертацию описания объектов как в бинарное, так и текстовое представление.

Заключение

Таким образом, как показано выше, наиболее целесообразным вариантом создания системы цифрового описания данных средств охраны и мониторинга объектов является схема, в основу которой положено использование в качестве хранилища пространственных данных специализированного расширения для SQL сервера. Как видно,

при использовании Spatial-расширений MS SQL Server структура хранения пространственных данных не привязана к какой-либо конкретной ГИС, что обеспечивает возможности интеграции и обмена пространственными данными с другими системами, как закрытыми, так и класса FreeWare (свободно распространяемое) и OpenSource (с открытым исходным кодом). Это также дает возможность создать систему с несколькими независимыми хранилищами пространственных данных, которые периодически производят синхронизацию изменений для поддержания логической целостности единой БД, а также создавать системы повышенной надёжности, устойчивые к сбоям за счёт дублирования и независимости общей работы системы от функционирования одного из узлов.

Работа выполнена в рамках проектной части госзадания Минобрнауки России № 2.3928.2017/4.6 в Южном федеральном университете.

Список литературы

1. Журкин И.Г., Шайтура С.В. Геоинформационные системы. – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272 с.
2. OpenGIS® Implementation Standard for Geographic information. URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/sfa>.
3. Мыльников Д.Ю. Геоинформационные платформы. Обзор ГИС платформ. URL: https://www.politerm.com/articles/comnet/obzor_gis.
4. Мунтян Е.Р., Поленов М.Ю., Костюк А.И. О подходе к модернизации программной системы поддержки управленческих решений // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2015. – № 3 (164). – С. 54–62.
5. Поленов М.Ю. Организация распределенных инструментальных средств поддержки многократно используемых моделей // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 7. – С. 201–207.
6. Основные сведения о типах пространственных данных. URL: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/bb964711.aspx>.