

УДК 004.413:519.25:614.8

Новые принципы организации информационного пространства РСЧС

New principles of organization of the informational space of RSES

Мельник А.А.

канд. тех. наук, доц.
ФГБОУ ВО Сибирская
пожарно-спасательная
академия ГПС МЧС России

Ничепорчук В.В.

канд. тех. наук,
ИВМ СО РАН

Яровой А.В.

ФКУ «ЦУКС Главного
управления МЧС России
по Красноярскому краю»

melnik-sib.centri@mail.ru
valera@icm.krasn.ru

Melnik A.A.

candidate of engineering
sciences, associate professor,
FSBEE HE Siberian Fire
and Rescue Academy
EMERCOM of Russia

Nicheporchuk V.V.

candidate of engineering
sciences,
Institute of computational
modelling SB RAS

Yarovsky A.V.

Chief Directorate of the MES
of Russia for the Krasnoyarsk
Territory

Рецензент:

Васильев С.А.

канд. тех. наук

Аннотация:

Приведён анализ информационных ресурсов органов управления МЧС России и взаимодействующих ведомств. Описаны проблемы получения, обработки информации, её доступности лицам, принимающим решения. Обоснована необходимость перехода на новые стандарты хранения, обмена и представления данных. Разработаны принципы построения про-граммных систем для формирования информационного пространства РСЧС.

Ключевые слова: информационные технологии, системообразующие элементы, стандарты представления данных, информационный обмен.

Abstract:

This paper presents an analysis of information resources in the Emercom of Russia and its related departments. The actual problems of data collection and processing are described. New standards for data storage, data exchange and presentation are proposed. The principles of the software systems development to form the RSES information space are shown in the paper.

Key words: information technology, data, base elements, data presentation standards, exchange information.

Введение:

Мероприятия по разработке информационных систем различного назначения является неотъемлемой частью федеральных и региональных целевых программ снижения рисков и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Однако отсутствие системного подхода и теоретического обоснования автоматизации управления на всех уровнях управления РСЧС затрудняет решение задач повышения достоверности информации, снижения затрат на её актуализацию, контроль и анализ. Тенденция роста объёмов данных обостряет проблему. Например, система АИУС РСЧС, поэтапно внедряемая в Национальном ЦУКС и Главных управлениях МЧС по субъектам РФ длительное время, функционирует только «в одну сторону» – сбор слабо формализованных данных без чёткого алгоритма их использования для управления безопасностью территорий. Автоматизация Системы-112 и АПК «Безопасный город» без конкретных технических проектов с единым подходом для всех муниципальных образований страны имеет фрагментарный характер, высокую затратность на внедрение, эксплуатацию и модернизацию программного обеспечения с коротким сроком технической поддержки.

В настоящее время многие крупные корпоративные системы, интегрирующие значительные объёмы информационных ресурсов, имеют «шлюзы» обмена данными через глобальную сеть. Чаще всего это порталы, публикующие оперативную или статистическую информацию о событиях, мероприятиях, характеристиках объектов. Форма и инструментарий отображения данных (таблицы, графики, карты с блоком фильтров), разработаны для решения специализированных задач держателей информации и малоприспособны для информационного обеспечения управления природно-техногенной безопасностью. К примеру, система ИДСМ Рослесхоз предназначена для оперативного отображения природных пожаров, регистрируемых наземными и дистанционными средствами мониторинга. Оценить степень опасности пожара для объектов и инфраструктуры, защищенность территорий без дополнительных средств управления данными затруднительно. Отсюда следует, что организация доступа к большому количеству систем только затрудняет работу операторов дежурных смен, а отсутствие средств автоматической идентификации опасностей и угроз приводит к пропуску значимых событий или их предвестников.

Попытки проектирования структур хранения данных в рамках АИУС РСЧС и других систем трудно назвать удачными. Не разработана федеральная система справочников и классификаторов, используемых в РСЧС. Требования к содержанию информации подразумевают либо излишнюю детализацию, что приводит к большим затратам на актуализацию данных и снижению их достоверности, либо сверхагрегацию, вынуждающую собирать дополнительную информацию в момент ЧС с потерей времени на принятие решений.

Для организации информационного пространства РСЧС в работе предлагается ряд принципов, в числе которых: внедрение технологий сбора (обмена), хранения и обработки данных; использование системообразующих элементов (справочников и классификаторов); стандартизация представления и обмена данными, в том числе пространственными.

Принцип 1. Внедрение технологий сбора, хранения и обработки данных.

Современные технологии предоставляют большой арсенал средств автоматизации всех информационных процессов. Принципы интеграции технологий, обоснованные в [1], позволяют создавать универсальные, расширяемые информационно-аналитические системы информационной поддержки управления природно-техногенной безопасностью

территорий. С учётом новых информационных технологий, можно выделить основные направления развития программных систем поддержки управления:

- Создание веб-порталов с различными уровнями доступа к информационным ресурсам и средствам их обработки;
- Использование распределённых баз данных и банков пространственной информации с различными сервисами информационного обмена, позволяющие использовать «виртуальное» информационное пространство [2];
- Разработка систем на основе свободно распространяемых или условно бесплатных компонент разработки программного обеспечения для решения специализированных задач поддержки управления;
- Развитие мультимедийных сервисов обмена данными между различными СУБД и операционными системами с приемлемой скоростью и без потери качества;
- Формализация данных, генерируемых системами мониторинга, а также накопленных различными органами управления за период использования вычислительных средств.

На рисунке 1 представлены процессы использования информационных технологий в региональной системе мониторинга Красноярского края. Использование технологий хранилищ данных позволяет интегрировать большое число разнородных источников информации, актуализируемых в различные периоды (от минут до месяцев), а также формализовать данные для последующей обработки с использованием технологий анализа данных, ГИС, Веб и других.

Технологии консолидации позволяют автоматически загружать информацию из различных источников. Для приведения к единому представлению разработаны специальные процедуры загрузки, включающие обогащение и контроль качества данных. Все операции протоколируются в log-файлах.

Накопленный массив данных используется как в оперативном управлении для формирования рекомендации, так и в процессе оценивания территориальных рисков природного и техногенного характера [3].

На основе принципа 1 решены задачи комплексного оперативного мониторинга, включающие анализ, оценку и контроль сложившейся обстановки на территориях региона, включая потенциально опасные и социально значимые объекты, транспортные магистрали и коммуникации.

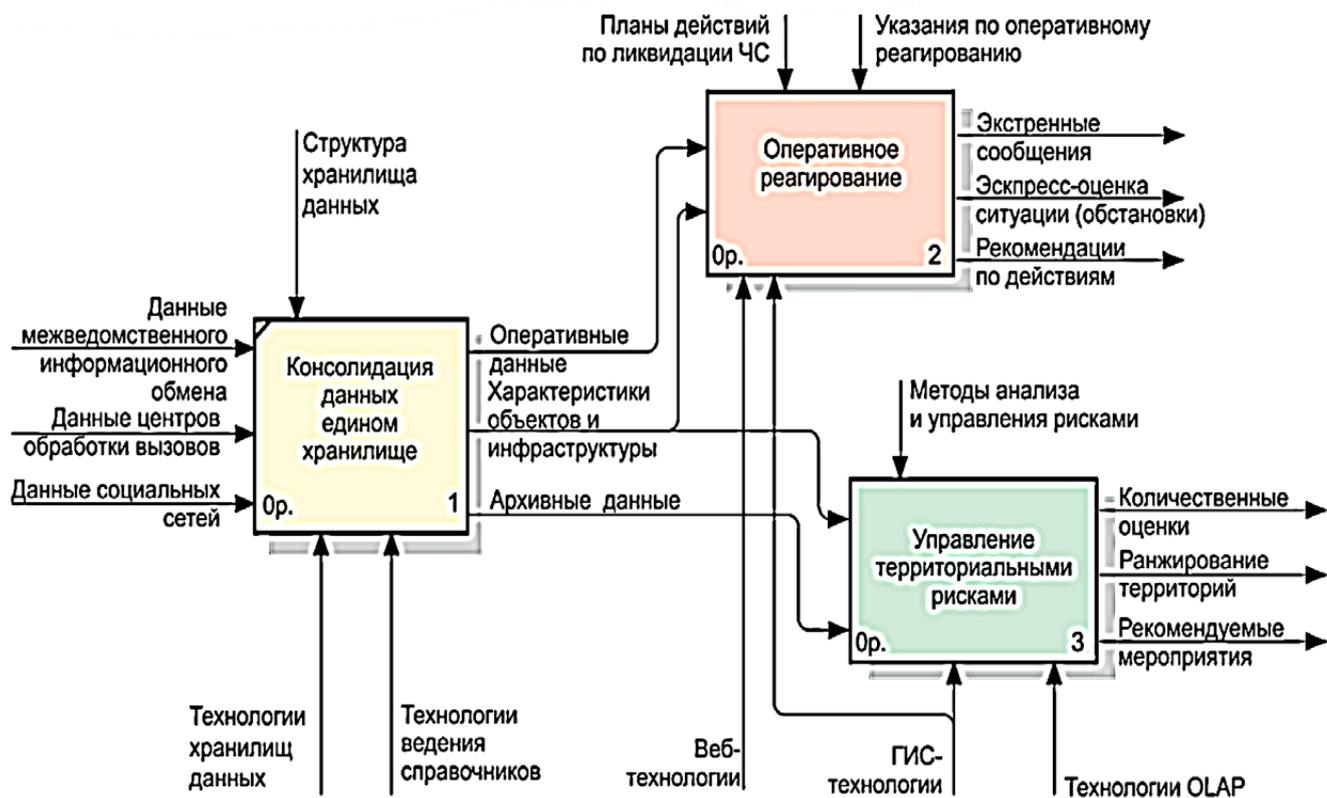


Рис. 1. Процессы консолидации и использования информационных технологий и ресурсов

Кроме представления информации для принятия решений по предупреждению и ликвидации ЧС, технологии позволяют проводить экстренное оповещение и информирование населения и руководителей различных уровней об угрозах и возникновении ЧС природного и техногенного характера.

Принцип 2. Использование системообразующих элементов

Построение корпоративных систем автоматизированной поддержки управления невозможно без формирования массива ключевой справочной информации [4]. Каждая система должна содержать элементы, образующие скелет системы и обеспечивающие совместимость накапливаемых данных и возможность их совместного анализа.

Для унификации формирования ключевых данных информационной системы, систематизации их структуры и использования единых механизмов управления данными разработана информационная модель унифицированного справочника. Модель использует три категории данных, образующие фундамент информационной системы: справочники, классификаторы и реестры.

Справочник представляет собой относительно редко изменяемый исчерпывающий перечень значений признака предметной области. Примеры

справочников: список органов управления ТП РСЧС, список личного состава, перечень используемого оборудования.

Классификатор – это справочник, включающий в свой состав классифицирующие (группирующие) элементы. Например, в состав общероссийского классификатора единиц измерения входят групповые элементы «Единицы длины», «Единицы массы» и «Единицы времени», которые не являются единицами измерения, но задают группировку внутри классификатора. Наличие группирующих элементов повышает удобство использования классификатора, на их основе формируется наглядное дерево объектов справочника.

Реестр содержит регулярно пополняемый список ключевых объектов или событий предметной области. В отличие от справочников реестры не являются исчерпывающими и с течением времени постоянно дополняются новыми объектами. Примерами реестров могут служить перечни мероприятий по снижению рисков ЧС и резервы материальных ресурсов.

Приведение всех справочников к единому виду представления справочной информации необходимо для организации процессов обработки разнородных данных. Внедрение единой модели справочников предусматривает унификацию

организации работ с любыми справочниками. Каждый справочник должен иметь только одно ключевое поле, однозначно определяющее любую строку справочника. Требование темпоральной целостности – все изменения не должны влиять на возможность последующей обработки информации за весь период времени, то есть модель справочника должна поддерживать возможность хранения данных, изменяющихся во времени. Для каждого справочного объекта должен быть определён *период актуальности* и возможность скрыть неактуальные объекты из рабочего поля справочника. Модель справочников поддерживает возможность установления наследования и преемственности между справочными объектами. Помимо фиксации исторических изменений в справочниках, модель поддерживает *аудит всех операций*, производимых со справочниками и их объектами: запись информации обо всех действиях пользователей, которые привели к изменению справочника, с указанием даты, имени пользователя и типа операции.

В справочниках и классификаторах часто встречается ситуация, когда некоторая часть данных имеет расширенное описание, несвойственное другим объектам справочника. Для этих целей в модели справочников предусмотрена возможность хранения *дополнительной атрибутивной информации*. При этом каждой записи справочника может соответствовать несколько дополнительных параметров.

Для многих справочников и классификаторов естественной формой организации информации является древовидная *иерархическая структура*. Модель справочников поддерживает эффективное создание неограниченного (в разумных рамках) количества иерархических представлений для каждого справочника. Древовидная форма отображения поддерживается интерфейсом системы управления справочниками в качестве одной из основных форм представления справочной информации. Предусмотрены инструменты для организации иерархий и их модификации. В виде отдельного требования выделяется потребность организации *сложных иерархических структур (составных иерархий)*, то есть древовидных систем представления взаимосвязей справочных объектов, принадлежащих различным справочникам.

Проектирование и создание системы ведения справочников, внедряющей их единую форму, является необходимым этапом разработки консолидированных хранилищ данных. Общие формы организации справочной информации позволяют использовать эффективные аналитические

алгоритмы и методики обработки информации.

Принцип 3. Стандартизация представления данных

Ресурсы информационного пространства РСЧС можно определить как весь имеющийся объем информации, содержащийся в корпоративных информационных системах или весь объем знаний, отчужденных от их создателей, зафиксированный на материальных носителях и предназначенный для общественного использования. Информационные ресурсы должны содержать системообразующие элементы и регулярно актуализируемые данные, имеющие временные и пространственные характеристики.

Элементарное представление объекта или события является отдельной записью в таблице базы данных, содержащее числовые поля, ссылки на справочники, с минимальным количеством текстовых комментариев. Представление должно содержать блок служебной информации.

Для унификации информационных ресурсов, возможности их использования различными информационными системами разработаны прототипы стандартов представления данных в области природно-техногенной безопасности и территориального управления в целом. Практика использования корпоративных стандартов представления данных широко распространена за рубежом. Конкретная реализация представлений объектов зависит от уровня управления, на котором используется информационная система.

Пример описания структуры представления (метаданных) для объектов управления РСЧС (силах и средствах) представлено на рисунке 2 в нотации UML. Характеристики объектов представлены таблицей либо совокупностью таблиц, содержащих данные четырех классов. *Основная информация* представлена в виде групп системообразующих элементов и цифровых значений. Такое представление наиболее удобно для выполнения аналитических операций с данными. *Пространственные характеристики* необходимы для использования средств ГИС – картографический анализ, визуализация расчетов и оперативной обстановки. *Служебная информация* о каждой сущности (время и причины создания/обновления данных) позволяет оценить качество данных. Текстовые поля должны содержаться только в классе основной информации в минимальном объеме (пояснения или комментарии, не обрабатываемые напрямую средствами анализа). Использование формата полей json, поддерживаемого современными СУБД, позволяет

компактно хранить данные «один-ко-многим». Например, зоны обслуживания противопожарных формирований в виде перечня населенных пунктов (массив кодов ОКАТО как единый элемент записи).

Стандартизация также необходима для мониторинговой информации, представляющей собой данных двух типов: опасные события с произвольным местом и данные сетей наблюдений, «привязанные» к конкретным пунктам наблюдения.

Структуру записи об опасном событии можно представить в виде трёх компонентов: характеристика реализовавшейся опасной ситуации, последствий опасной ситуации, мероприятия реагирования на ситуацию. Подобная схема уже реализована при описании бытовых и техногенных пожаров, а также дорожно-транспортных происшествий. Информационный процесс учёта в описываемых случаях реализован в полном объёме, а именно:

- Принятие нормативных документов, регламентирующих порядок сбора и анализа информации [5, 6];
- Разработка федеральной системы сбора данных;
- Проектирование систем обработки данных для решения задач информационной поддержки управления.

Для мониторинговых данных, которые представляют собой отдельный информационный ресурс, целесообразно использование иерархической структуры системообразующих элементов, состоящей из справочника пунктов наблюдений или объектов контроля; справочника датчиков и контролируемых параметров с критериями угроз и аварийных ситуаций. В этом случае возможно использование единой таблицы данных измерений, что существенно облегчает анализ и визуализацию данных (графическую либо картографическую).

Важной составляющей информационных ресурсов РСЧС являются картографические (пространственные) данные. Они используются практически во всех задачах информационной поддержки управления: моделирование ситуаций, визуализация результатов аналитической обработки данных, в качестве альтернативного табличному способу представления данных по объектам и событиям. Использование пространственного отображения данных в процессе принятия управленческих решений и для контроля их исполнения позволяет повысить качество и эффективность управления. Геопространственные модели описания всё чаще применяются в исследованиях протяженности, динамичности, структурности, непрерывности и других характеристик объектов и событий.

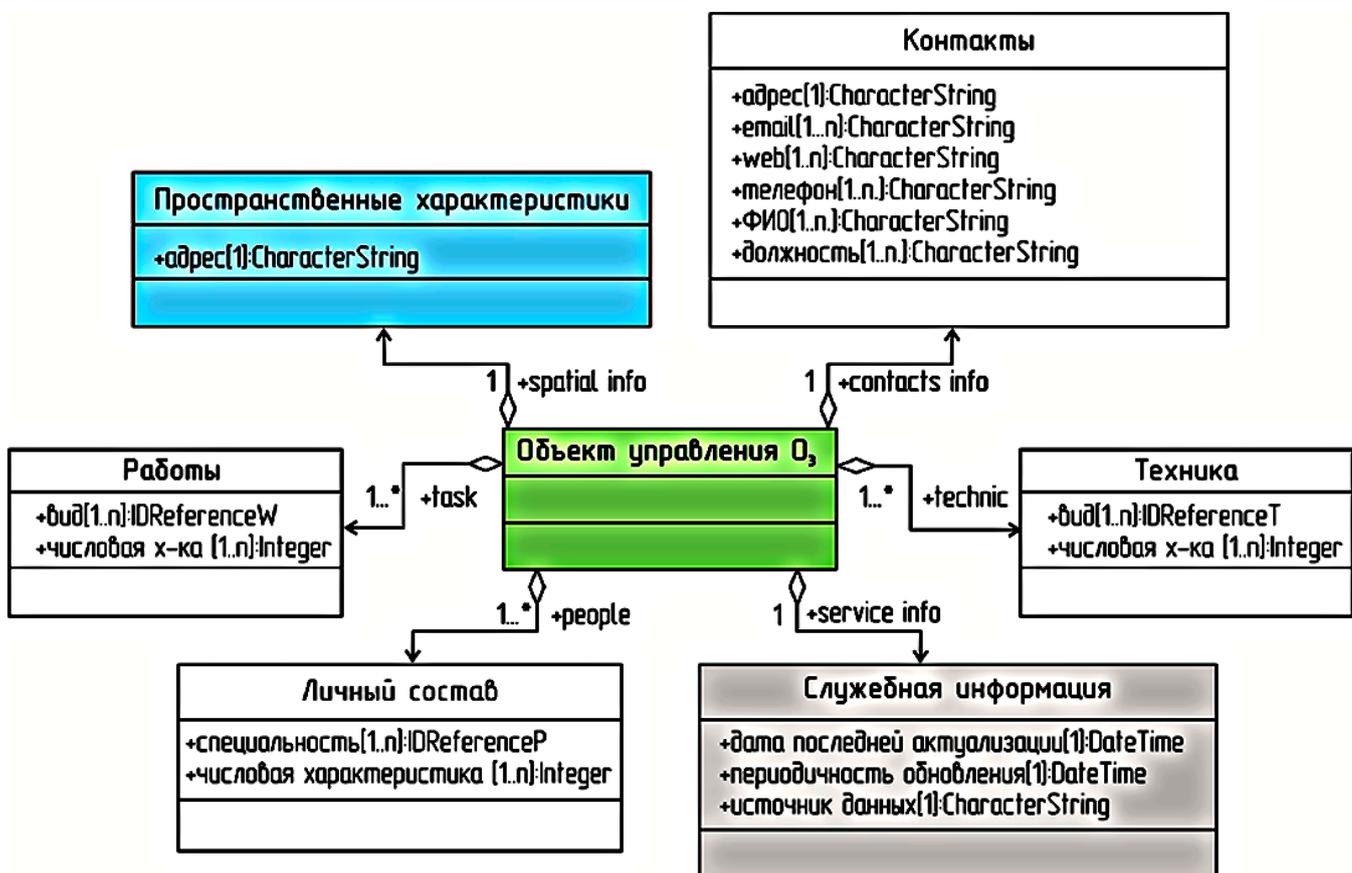


Рисунок 2 – Описание структуры данных с характеристиками объектов управления

Пространственные данные являются основой специализированных карт, являющихся частью информационной поддержки управления. Структура этих данных определяется исходя из конечных картографических представлений: системообразующие элементы (топографическая основа) цифровые модели рельефа; тематические слои; легенда карты.

Стандарт представления пространственных данных должен включать описание растровых данных, в которых представлены космические снимки, сканированные крупномасштабные и специализированные карты. Несмотря на то, что использование растровых форматов ограничивает использование методов пространственного анализа, такая информация позволяет оперативно формировать управленческие решения на основе детальной информации о локализации ситуации и объектов.

Принцип 4. Стандартизация обмена данными

Анализ существующих Соглашений об информационном обмене между органами управления МЧС России различных уровней и министерствами, организациями, ведомствами, являющимися функциональными звеньями РСЧС, показал, что основное внимание уделено функционированию системы в режиме ЧС. В соглашениях установлено содержание информации (характеристики опасных событий: ЧС, пожаров и пр.). Произвольная форма представления данных подразумевает необходимость обязательной их переработки, что затруднительно для больших объёмов, характерных для регионального управления. Предлагается следующий алгоритм организации межведомственного информационного обмена:

1. Анализ функциональных задач управления безопасностью территорий, определение потребностей в информационных ресурсах;
2. Определение объёмов, структуры и регламента обновления данных, включающих не только опасные события, но и характеристики объектов, за актуализацию которых отвечает ведомство;
3. Разработка способов доступа, хранения и использования данных с учётом требований безопасности информации;
4. Внесение изменений в нормативно-правовую базу, регламентирующую межведомственный информационный обмен, заключение дополнительных соглашений;
5. Адаптация используемого программного обеспечения, информационных ресурсов и методов консолидации данных для сопряжения ведомственных систем;

6. Расширение функционала (создание дополнительных модулей) используемых управляющих систем для обработки новых информационных ресурсов.

В работе [7] показано, что при организации процессов обмена и хранения данных следует учитывать следующие требования:

- Данные должны создаваться единожды и поддерживаться там, где это можно сделать наиболее эффективно;
- Должна быть создана возможность объединения данных из разных источников;
- К данным должны иметь доступ многие пользователи и приложения;
- Данные, полученные на одном уровне управления, должны легко передаваться на другие уровни;
- Организация данных должна обеспечивать их лёгкий поиск, оценку пригодности и актуальности для определённых целей и условий их получения;
- Для эффективного использования данных необходимо оперативное преобразование гетерогенной среды в гомогенную, то есть систему с едиными методами доступа к различным по своей физической сущности структурам данных.

Развитие средств оперативного преобразования форматов хранения данных и пространственной информации в обменные форматы (xml, json, kml, geojson) существенно упрощает разработку «обменных шлюзов». Схема реализации межведомственного информационного обмена показана на рисунке 3.

Примером организации информационного обмена является автоматическое пополнение данных централизованного хранилища Территориального центра мониторинга и прогнозирования ЧС Красноярского края (ТЦМП ЧС) данным о различных видах обстановок, поступающих от КНИИГиМС, Центра реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды, Лесопожарного центра, ИБРАЭ РАН, КРУДОР и других ведомств.



Рис. 3. Организация информационного пространства РСЧС с учётом предлагаемых принципов

Принцип систематизации мониторинговых данных апробирован при формировании информационных ресурсов, описывающих состояние природно-техногенной безопасности территорий Красноярского края. Разработана система справочников для последующего использования в процессах консолидации, распределённого сбора и анализа данных. Выполнено наполнение хранилища архивными данными мониторинга за 15-100 лет, реализованы процедуры автоматической актуализации оперативных данных.

Структура консолидированного хранилища отражает состав основных информационных блоков: справочные данные, импортированные из Системы ведения справочников; фактические данные и метаданные. Метаданные организованы в виде репозитория, который позволяет осуществлять быструю навигацию по различным уровням данных, представлять информацию об источниках данных, операциях обработки и агрегирования данных. Метаданные содержат также описание структур данных хранилища, структур данных, импортируемых из разных источников, сведения о периодичности импортирования, методах загрузки и обобщения данных, средствах доступа и правилах представления информации.

Структура данных хранилища ТЦМП ЧС Красноярского края оптимизирована на выполнение

сложных запросов и основана на единых правилах наименования объектов, единых единицах измерения для однотипных объектов, едином физическом представлении однотипных объектов и единых атрибутах представления однотипных объектов. Мониторинговая информация консолидированного хранилища данных включает в себя справочные, оперативные данные и большой объём архивной информации. Организация системообразующих ресурсов, данных мониторинга, аналитических моделей и служебных процедур обработки позволяет в кратчайшие сроки адаптировать региональное информационное пространство для других субъектов РФ и Сибирского федерального округа в целом.

Выводы

Описанные в работе принципы должны использоваться при разработке новых программных систем и эволюционно формировать отчужденные от них информационные ресурсы. Предложенный подход позволит эффективно реализовать актуальные направления научно-технической политики МЧС России, в том числе:

- Организацию ведения паспортов территорий с использованием технологий, автоматизирующих сбор, контроль, хранение и использование информации;

- Совершенствование подсистем мониторинга АПК Безопасный город и Системы 112, включающее параметрический (приборный) контроль обстановки и средства обработки фото- и видеоинформации со стационарных и мобильных устройств;
- Обеспечение доступа оперативных дежурных смен ЕДДС муниципальных образований и старост территорий к единому информационному пространству РСЧС;
- Разработку средств оперативного оповещения населения и руководителей всех уровней об опасностях и угрозах природного и техногенного характера, доведение прогнозов обстановки, оперативных предупреждений и указаний по проведению мероприятий предупредительного и оперативного характера.

Литература

1. Ноженкова Л.Ф. Информационно-аналитические технологии и системы поддержки регионального управления. Вычислительные технологии, 2009. – Т.14. № 6. – С. 71-81.
2. Кошкарев А.В. Проблемы становления российских ИПД // Интер-Карто/ИнтерГИС-2014: Устойчивое развитие территорий: геоинформационное обеспечение. Материалы Международной конференции, Белгород, Харьков (Украина), Кигали (Руанда) и Найроби (Кения), 23 июля – 8 августа 2014 г. – С. 137–151.
3. Ничепорчук В.В. Формирование базы показателей природно-техногенной безопасности территорий Красноярского края // Образовательные ресурсы и технологии, 2016. – №4. – С. 226-234.
4. Жучков Д.В. Информационная модель унифицированного справочника // «Информатизация и связь», 2016. – № 3. – С.133-137.
5. Постановление Правительства РФ от 29.06.1995 № 647 (ред. от 04.09.2012) «Об утверждении Правил учета дорожно-транспортных происшествий».
6. Распоряжение Федерального дорожного агентства Министерства транспорта Российской Федерации от 12 мая 2015 г. № 853-р «Об издании и применении ОДМ 218.6.015-2015 «Рекомендации по учету и анализу дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации».
7. Серебряков В.Б. Региональный центр космического мониторинга // Пространственные данные, 2008. – №1. – С. 52-55.