

## Элементы технологии интеграции динамической ГИС в систему мониторинга пространственных процессов<sup>1</sup>

В.Г. Гитис, А.П. Вайншток, А.Б. Дерендяев

*Институт проблем передачи информации им. А.А.Харкевича,  
Российская академия наук, Москва, Россия  
e-mail: gitis@iitp.ru, wein@iitp.ru, wintsa@iitp.ru*

Поступила в редколлегию 09.02.2015

**Аннотация**—Рассмотрена технология интеграции многофункциональной динамической ГИС в большую информационно-аналитическую систему мониторинга пространственно-временных процессов на примере Единой системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО). Рассмотрены методы обеспечения взаимодействия ГИС с компонентами системы мониторинга. В качестве примера представлен сценарий работы оператора в ситуации аварийного разлива нефти.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** динамическая ГИС ГеоЕСИМО, мониторинг пространственных процессов, аварийный разлив нефти.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Мониторинг природных процессов применяется для систематического оценивания и прогноза состояния окружающей среды. Результаты мониторинга используются для прикладных и научных исследований, поддержки принятия решений и для информирования населения. Системы мониторинга содержат распределенные хранилища многодисциплинарных разнотипных данных, над которыми выполняются огромные объемы вычислений. Эти системы объединяют специализированные вычислительные средства (ВС), которые выполняют функции поставщиков и потребителей распределенных информационных ресурсов (ИР). Большой объем пространственных и пространственно-временных данных, возрастающая сложность их совместной обработки с целью выявления из данных существенной информации и знаний требуют применения специализированных методов и технологий. Эти технологии реализуются в Географических Информационных Системах (ГИС). Интеграция ГИС в системы мониторинга пространственных процессов существенно увеличивает эффективность анализа. Современные ГИС представляют пользователю широкий набор средств анализа: средства визуального исследования, включая анимационную картографику, средства преобразования, обработки и комплексного анализа данных, средства нахождения закономерностей и прогнозирования.

Для интеграции ГИС в систему мониторинга требуется обеспечить выполнение ряда функций, таких, как: авторизованный доступ к получению и поставке данных, интерфейс к веб-сервисам и специализированным ВС, управление выполнением задач на удаленных аналитических расчетно-модельных комплексах (РМК), автоматическое логирование событий, создание и редактирование пользователем проблемно-ориентированного ГИС-проекта и др.

Мы рассматриваем задачу интеграции ГИС в систему мониторинга пространственных процессов на примере Единой Системы Информации об обстановке в Мировом Океане (ЕСИМО)

<sup>1</sup> Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-50-00150).

[1, <http://portal.esimo.ru/portal/>]. ИР ЕСИМО поддерживают около 200 баз данных, около 30 % ИР обновляются с периодичностью от нескольких минут до суток. Система распределенных баз данных (СРБД) содержит свыше 2300 разнородных информационных ресурсов более 80 поставщиков данных общим объемом более 5 Тб. Аналитические ресурсы включают в себя более 100 ВС, в том числе Автоматизированные Рабочие Места (АРМ). В ЕСИМО используется более 10 РМК, расположенных на серверах различных организаций. Технологической основой ЕСИМО являются сервис-ориентированная инфраструктура (СОИ) [2] и международные стандарты, обеспечивающие функционирование элементов и связей ЕСИМО, взаимосовместимость используемых Web и ГИС технологий для агрегации распределенных ИР и взаимодействия распределенных аналитических ресурсов (ВС и РМК). Реализованные в ЕСИМО технологии предоставляют широкие возможности для интеграции ГИС, постановки и решения разнообразных практических, прикладных и научных задач.

Существенная специфика данных мониторинга природных процессов состоит в их динамике. Примерами таких данных в ЕСИМО являются наблюдаемые и прогнозные пространственно-временные поля, представляющие ветер, волны, температуру воды и воздуха, давление, поверхностные течения высокого разрешения, данные о позиционировании и характеристиках судов и аварийно-спасательных служб Минтранса и МЧС, временные ряды экологического мониторинга, расчетные данные по моделированию разлива нефтепродуктов, и др. Поэтому при выборе ГИС-платформы для систем мониторинга природных процессов необходимо учитывать не только (1) адаптируемость ГИС к функционированию в большой сетевой информационно-аналитической системе, но и (2) наличие в ГИС инструментария для представления и анализа пространственно-временных данных.

Эти требования реализованы в геоинформационной технологии ГеоТайм [3, 4, 5] (<http://www.geo.iitp.ru/GT3/>), развиваемой в ИППИ РАН. Технология ГеоТайм обладает следующими характеристиками: (1) развитая функциональность для отображения и анализа пространственно-временных процессов; (2) высокая интерактивность операций, обеспечиваемая клиент-серверной архитектурой; (3) гибкая настройка функционала ГИС на задачу пользователя, обеспечиваемая модульной организацией аналитического инструментария; (4) платформенная независимость и независимость от браузера, обеспечиваемая реализацией ГИС в виде Java приложения; (5) возможность работы с распределенными информационными и вычислительными ресурсами; (6) простота формирования и редактирования ГИС-проектов, обеспечиваемая использованием XML-формата для конфигурационного файла задачи. В ГИС ГеоТайм исследование данных поддерживается анимационной картографией, интерактивным построением графиков, диаграмм и таблиц, а также большим набором аналитических инструментов. Совмещение средств интерактивной визуализации со средствами интеллектуального анализа гео-данных позволяет сформировать когнитивный образ исследуемых пространственных объектов и пространственно-временных процессов, что дает возможность для лучшего понимания исследуемых ситуаций, способствует выдвижению гипотез о скрытых в данных закономерностях и поддерживает принятие решений [6, 7].

На базе технологии ГеоТайм разработана опытная версия ГИС ГеоЕСИМО, которая существенно расширяет возможности и увеличивает эффективность анализа данных ЕСИМО [8]. ГИС ГеоЕСИМО является внешним программным приложением для ЕСИМО, которое включается как компонента в СОИ инфраструктуру ЕСИМО. При разработке ГИС решен ряд технологических и алгоритмических задач, связанных с доступом и многопоточной загрузкой больших объемов данных, параллельными вычислениями, с взаимодействием с уже разработанными компонентами ЕСИМО, запуском вычислений на удаленных серверах и т.д.

В статье рассматриваются основные аспекты обеспечения взаимодействия ГИС с развитой системой мониторинга пространственно-временных данных на примере ЕСИМО. В разделе 2

рассмотрены методы реализации основных функций ГИС, которые необходимы для ее интеграции в большую распределенную систему. В Разделе 3 рассмотрен сценарий применения ЕСИМО для решения задачи анализа ситуации, возникающей при аварийном разливе нефти.

## 2. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИНТЕГРАЦИИ

### *2.1. Функции ГИС, необходимые для интеграции в большую систему*

Системы мониторинга природных процессов представляют собой большие распределенные информационно-аналитические комплексы [9, 10]. Интеграция ГИС в такую систему требует разработки ряда дополнительных функций, таких как:

1. Многопоточная загрузка и автоматическое обновление в реальном времени пространственных и пространственно-временных динамических данных из СРБД, относящихся к исходным измерениям разнообразных показателей, их прогнозу и интерпретации извлеченной существенной информации и найденных закономерностей (диагноз).

2. Анализ файлов метаданных для загрузки и обработки разноформатных данных.

3. Кэширование загружаемых данных на ПК пользователя для уменьшения времени доступа в интервале между обновлениями.

4. Загрузка и отображение WMS геосервисов.

5. Формирование заданий и взаимодействие с распределенными ВС и РМК.

6. Сохранение полученных в ГИС геоданных (слоев) в СРБД системы для их повторного использования или для передачи другому пользователю.

7. Создание новых ГИС-проектов в виде xml-документов и их запись в БД информационных ресурсов системы.

8. Публикация результатов, полученных средствами ГИС (новые слои, карты, таблицы графики).

9. Мониторинг взаимодействия ГИС с компонентами системы, включающий регистрацию и анализ сбоев, статистику применения и отслеживание хода выполнения внешних задач.

10. Обеспечение информационной безопасности взаимодействия ГИС с компонентами системы.

11. Использование принятого в системе регламента безопасности, авторизации и аутентификации. Обеспечение персонализированного доступа к данным и проектам в соответствии с профилем пользователя.

12. Подключение ГИС-приложений к portalу системы, обеспечивающее представление списка и загрузку доступных пользователю ГИС-приложений.

Перечисленные функции разработаны при интеграции ГИС ГеоЕСИМО в ЕСИМО. Экспериментальное исследование на реальных данных показало, что приведенный выше набор функций достаточен для полноценной интеграции ГИС в большую систему мониторинга.

### *2.2. Взаимодействие ГИС с системой распределенных баз данных (СРБД)*

В больших системах распределенные ИР хранятся как в локальных сетях, так и на HTTP и FTP-серверах удаленных поставщиков данных. Объектами СРБД, как правило, являются:

- SQL-подобные СУБД.
- Структурированные файлы данных, обрабатываемые программными компонентами системы.
- Объектные файлы (простой текст, документы, изображения и др.), не обрабатываемые программными компонентами системы.
- Приложения, обеспечивающие прямой доступ к локальным системам данных через Интернет или VPN (Virtual Private Network – виртуальная частная сеть).
- Геосервисы (OGC WMS).

Рассмотрим взаимодействие ГИС с СРБД, обеспечивающее доступ к разным типам объектов на различных источниках, на примере его реализации в ЕСИМО. Взаимодействие пользователей с поставщиками данных в ЕСИМО осуществляется через Сервер Интеграции (СИ). Функциональная схема взаимодействия Пользователь – СИ – Поставщики данных в технологии интеграции ИР ЕСИМО приведена на Рис. 1.

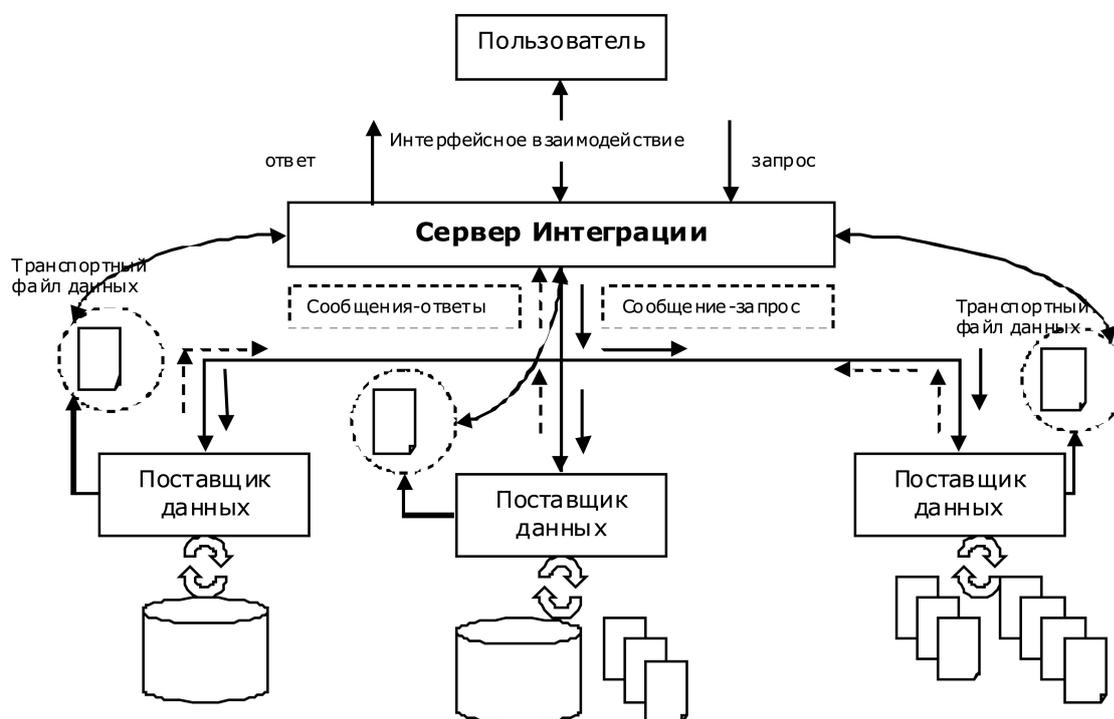


Рис. 1. Схема обмена данными в технологии интеграции ИР ЕСИМО.

Пользователями ИР ЕСИМО являются сервисы портала, АРМы, узлы СРБД, другие программные средства и информационные системы. Протокол обмена данными обеспечивает унифицированный механизм запросов и ответов между ИР и программными компонентами ЕСИМО с помощью транспортного файла данных. Связь “Пользователь – Сервер Интеграции” реализуется через интерфейсное взаимодействие. Это взаимодействие строится с использованием технологий HTTP и веб-сервисов и на основе метаданных пользователя.

Каждый пользователь имеет учетную запись и свой интерфейс, предоставляющий набор доступных ему сервисов технологии и ИР, а также определяющий категорию взаимодействия (по запросу и/или расписанию). Пользователь формирует запрос к СИ посредством передачи сообщения-запроса, в свою очередь, СИ может отдать результат пользователю как в виде

сообщения-ответа с указанием местоположения файлов данных, так и посредством доставки данных на СИ и/или на FTP-сервер. Для установления соответствующих запросу поставщиков и ИР используются метаданные источников и их ресурсов.

ГИС является пользователем ИР, которые содержатся в СРБД системы, файловых хранилищах и геосервисах (OGC WMS) других серверов и компьютере пользователя. В ГИС ГеоЕСИМО для каждой прикладной задачи анализа создается ГИС-приложение, включающее в себя ядро ГеоЕСИМО, а также релевантные задаче анализа инструментальные средства (плагины) и геоданные. Для каждого ГИС-приложения создается ГИС-проект, содержащий конфигурационный файл и файлы метаданных картографических слоев в XML-формате, в которых прописываются необходимые для решаемой задачи ИР и ИС (плагины), а также параметры визуализации. XML файлы могут находиться на сервере ЕСИМО или на ПК пользователя. По умолчанию все ИР, прописанные в ГИС-проекте, доступны пользователю, имеющему доступ к данному ГИС-приложению.

Как уже отмечалось, в системах мониторинга значительная часть данных представляется потоком и периодически обновляется в реальном времени (например, в ЕСИМО метеорологические прогнозные данные для морских регионов рассчитываются на 72 часа с интервалом 3 часа и обновляются каждые 12 часов). Поэтому, чтобы пользователь параллельно с загрузкой мог выполнять другие операции, необходимо производить загрузку данных в ГИС в отдельном операционном потоке. Различаются процессы загрузки персонифицированных и сетевых ИР. Каждый файл, который требуется загрузить, ставится в очередь в один из двух загрузчиков. Первый загрузчик работает в один поток и грузит файлы с локального компьютера, второй загрузчик работает с удаленными данными в несколько потоков. Многопоточный загрузчик работает со свободно доступными и авторизируемыми ИР (в основном это ресурсы, доступные по http).

Объем загружаемых динамических ИР в ГИС систем мониторинга составляет десятки и сотни МБ. В связи с этим для экономии времени загрузки ГИС должна производить кэширование данных. В ГИС ГеоЕСИМО кэширование реализуется следующим образом: первоначально запрашиваемые данные сначала записываются на диск ПК пользователя, а затем с диска поступают в ГИС-приложение ГеоЕСИМО. При запросе ИР ГИС сначала проверяет, есть ли необходимые файлы данных на ПК клиента и синхронизированы ли версии файлов на ПК с файлами, поступающими через СИ от поставщика данных. Если запрашиваемый ИР обновлен, то ГеоЕСИМО производит замену соответствующих файлов на диске клиента.

Динамические ИР (поток данных) представляются последовательностью файлов временных срезов (например, ИР RU\_Hydrometcentre\_58 представлен 49 файлами последовательных временных срезов, содержащих прогностические почасовые поля скорости ветра и течений Каспийского моря). При запросе потока данных ЕСИМО (в частности, прогнозных данных) ГИС ГеоЕСИМО получает доступ ко всем файлам последовательных временных срезов потока данных ресурса. ГИС ГеоЕСИМО проверяет правильность последовательности файлов временных срезов ИР. В этих файлах содержатся данные о моменте времени, к которому относятся данные, в частности, для прогнозных данных приводится время, когда был сделан прогноз и момент времени, на который был сделан прогноз. Корректными считаются те файлы, время обновления которых равно или позднее времени обновления предыдущего файла (первый файл по умолчанию считается корректным), некорректные файлы не грузятся. Корректные по времени обновления файлы загружаются и проверяются на корректность содержания (не пустой файл).

Файлы данных ИР большой системы могут иметь различную структуру. Поэтому перед загрузкой ГИС осуществляет парсинг (разборку) файла метаданных ИР для определения формата файлов данных.

Важным элементом загрузки потока данных является отслеживание хода и логирование событий.

Схема, отражающая ход загрузки потока данных во время сеанса работы ЕСИМО с ГИС-приложением, представлена на рис. 2.

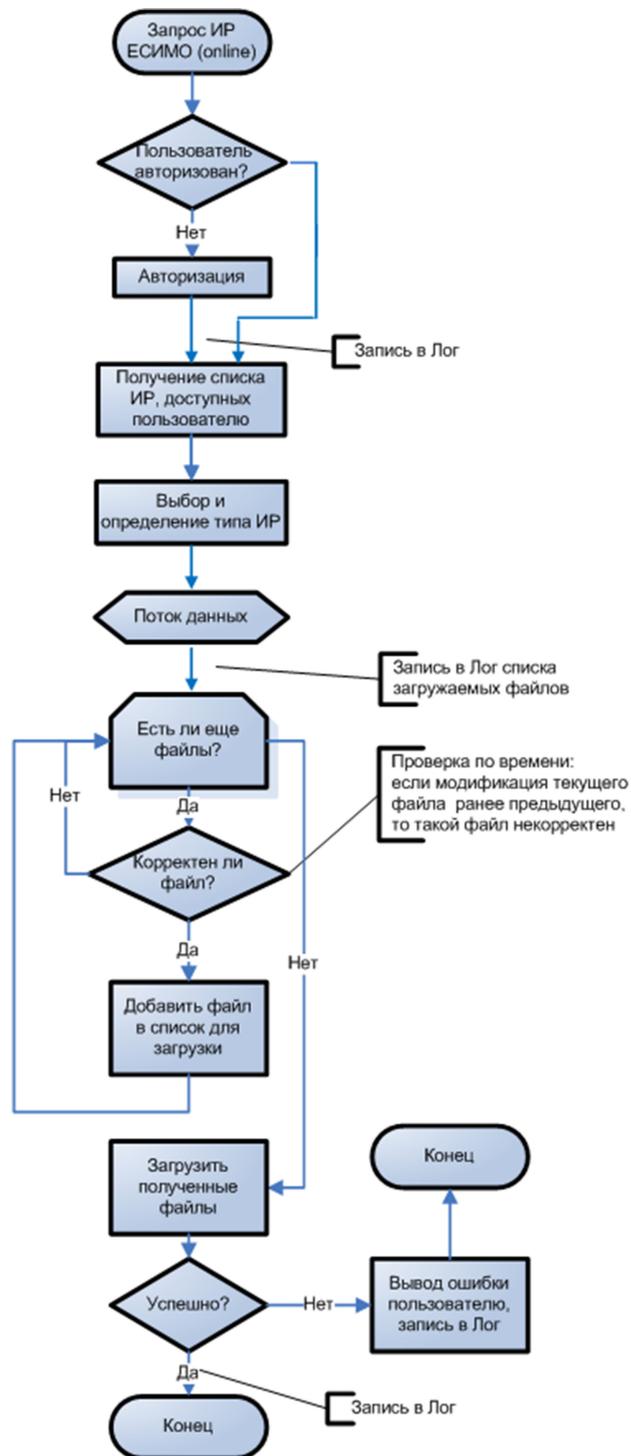


Рис. 2. Схема загрузки потока данных ЕСИМО.

Процесс загрузки включает следующие шаги:

1. Запрос ИР ЕСИМО.
2. Проверка авторизации пользователя. Если пользователь не авторизован, то запрашивается авторизация. Результат (идентификатор пользователя) логируется.
3. Из каталога ИР выводится список доступных пользователю ИР.
4. Пользователь осуществляет выбор требуемых ИР и по метаданным производится определение типа (поток данных, сеточные, точечные, векторные) и структуры ИР.
5. Тип ИР определен как поток данных. Список файлов ИР логируется.
6. Проверка корректности файлов временных срезов потока данных и составление списка загружаемых файлов.
7. Загрузка файлов ИР и контроль выполнения загрузки. При сбое выводится сообщение пользователю и событие логируется, при корректном вводе название ИР логируется.

В ГИС ГеоЕСИМО реализовано 4 режима загрузки данных:

1. Источник данных прописан в ГИС-проекте и данные загружаются по умолчанию с отображением (`visible="true"`) или без отображения их на карте (указывается в ГИС-проекте).
2. Источник данных прописан в ГИС-проекте, но по умолчанию данные не загружаются, а подгружаются динамически по запросу из ГеоЕСИМО.
3. Источник данных не прописан в ГИС-проекте, и загрузка данных выполняется онлайн с помощью операций ГИС Гео-ЕСИМО: *“Добавить слой ЕСИМО”*, *“Добавить слой WMS”*, *“Загрузить слой с ПК”*.
4. Обновление динамических данных выполняется пользователем либо по команде запроса, либо по подтверждению автоматического запроса на обновление. В последнем случае ГИС ГеоЕСИМО по метаданным ИР фиксирует изменения файлов данных и выдает сообщение о том, что изменившиеся данные могут быть перезагружены.

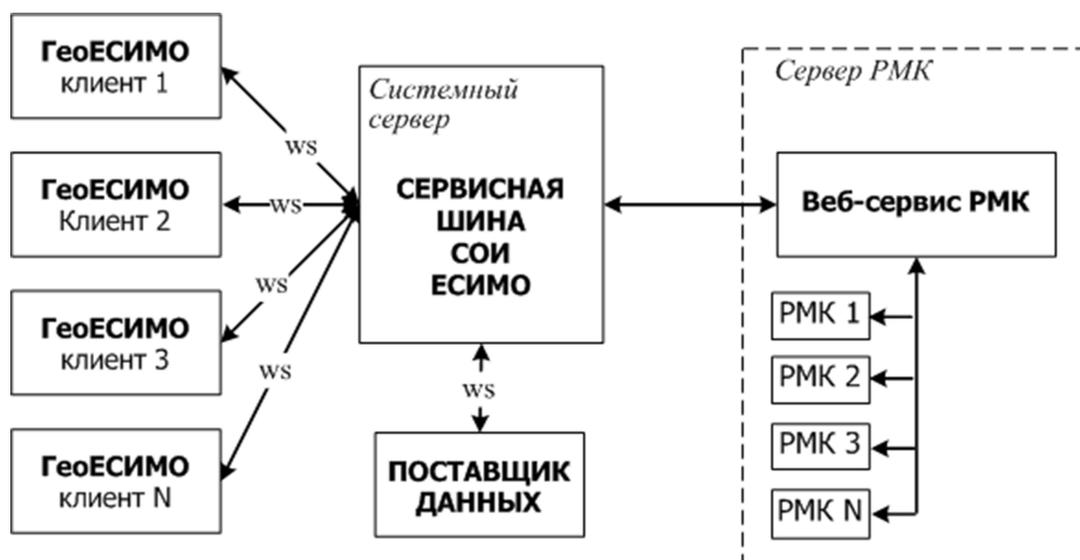
### *2.3. Взаимодействие ГИС с удаленными расчетно-моделирующими комплексами (РМК)*

Специализированные вычислительно-емкие операции обработки данных мониторинга, как правило, выполняются на проблемно-ориентированных расчетно-моделирующих комплексах (РМК). В ЕСИМО значительная часть вычислительных систем, решающих прикладные задачи (ПЗ) находится на удаленных серверах. Взаимодействие ГеоЕСИМО с удаленным РМК осуществляется посредством веб-сервисов, которые представляют доступ к удаленным программным приложениям, позволяют упростить их интеграцию в единую систему, обеспечивают синхронизацию информации, используемой в интерфейсах пользователей и в выходной продукции приложений, обеспечивают удаленный запуск РМК.

На рис. 3 представлены технологические компоненты, обеспечивающие взаимодействие с РМК. РМК и веб-сервис РМК размещаются на сервере РМК, ГИС ГеоЕСИМО (Java приложение) размещается на системном сервере. Доставка данных, используемых в расчетах РМК, от поставщика на сервер РМК и клиенту ГеоЕСИМО осуществляется под управлением Сервисной шины СОИ ЕСИМО.

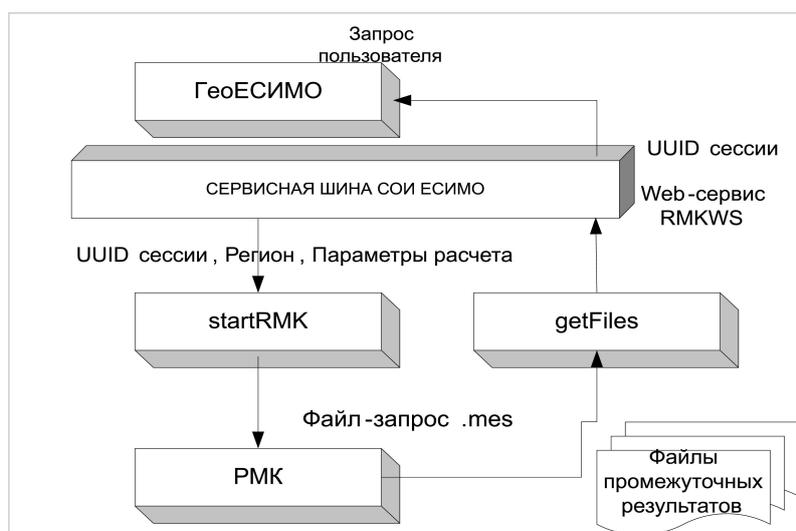
На каждый запрос, пришедший от ГИС на веб-сервис WS, запускается отдельное приложение, которое работает в одном потоке. Разделение прав осуществляется через ограниченный доступ к веб-сервису, который находится в закрытой сети, доступ к которой осуществляется через VPN (virtual private network).

ГИС ГеоЕСИМО обеспечивает интерфейс пользователя для формирования задания для РМК, составление пакета с параметрами запроса и его передачу веб-сервису, получение результатов от веб-сервиса. Если результат работы РМК картографический слой, то он добавляется в древовидный список слоев ГИС-приложения и отображается на карте.



**Рис. 3.** Технологические компоненты, обеспечивающие взаимодействие ГИС с РМК. РМК1 – РМК N – экземпляры РМК.

На рис. 4 представлена схема сессии клиента ГеоЕСИМО и РМК через веб-сервис взаимодействия РМКWS. Пользователь через форму ввода параметров в ГеоЕСИМО задает параметры. Данный запрос транслируется на веб-сервис РМК – РМКWS, который валидирует запрос и, в случае успеха, передает его РМК.



**Рис. 4.** Схема сессии клиента ГеоЕСИМО и РМК через веб-сервис взаимодействия РМКWS.

Основными функциями бизнес-логики веб-сервиса РМКWS являются:

- получение и валидация запроса;
- преобразование параметров запроса в последовательность ключей, передаваемых на вход РМК и генерация mes файла для записи сообщений от РМК;
- запуск экземпляра РМК в зависимости от заданного района;
- сохранение подготовленных файлов для каждой сессии;
- выдача подготовленных файлов в любые промежутки времени;

- перехват ошибки при аварийном завершении работы РМК и сообщение о возникновении нештатной ситуации при моделировании пользователю ГеоЕСИМО.

Бизнес-логика веб-сервиса RМКWS реализуется 2 методами: 1) метод запуска РМК (startRМК) и 2) метод получения подготовленных выходных файлов (getFiles). Метод запуска осуществляет непосредственно вызов РМК с заданными параметрами, а также обеспечивает сохранение подготовленных файлов для каждой сессии. Метод getFiles вызывается с той периодичностью, с которой необходимо получать подготовленные в РМК файлы. Веб-сервис RМКWS устанавливается на тот же сервер, на котором функционирует сам РМК.

Т.о. взаимодействие осуществляется по следующей схеме:

1. Пользователь формализует свой запрос в ГИС-приложении ГеоЕСИМО с применением специальной формы ввода параметров, передаваемых РМК для его работы.
2. Перед обращением к веб-сервису РМК ГеоЕСИМО генерирует уникальный ключ сессии (UUID). Данный ключ передается вместе с запросом методу startRМК веб-сервиса RМКWS и используется для связывания текущей сессии и подготовленных выходных файлов РМК.
3. Метод startRМК веб-сервиса RМКWS сохраняет ключ сессии, производит проверку корректности запроса и, в случае успеха, по заданным параметрам генерирует mes файл и осуществляет запуск РМК для заданных параметров. Если запрос не прошел валидацию, ГеоЕСИМО возвращается сообщение об ошибке.
4. ГеоЕСИМО осуществляет вызовы метода getFiles веб-сервиса RМКWS с любой периодичностью, передавая на вход методу UUID сессии. В ответ ГеоЕСИМО получает ссылки на промежуточные файлы результатов, которые подготовлены к моменту вызова. Гео-ЕСИМО читает, визуализирует и анализирует данные (результаты), осуществляет логирование событий взаимосвязи с РМК. Если получено аварийное сообщение, то оно выдается пользователю.
5. ГеоЕСИМО осуществляет загрузку используемых РМК входных данных для визуализации и анализа. При этом отслеживается тождественность используемых в РМК данных и соответствующих данных, загружаемых в ГеоЕСИМО. Контроль тождественности осуществляется по метаданным периодически обновляемых ИР.

Примеры взаимодействия ГИС ГеоЕСИМО с РМК приведены в [11].

#### *2.4. Логирование событий в ГИС ГеоЕСИМО*

Функциональность ГИС ГеоЕСИМО определяет логируемые события, связанные с другими компонентами ЕСИМО. Логируются процессы, обеспечивающие запуск ГИС-приложения ГеоЕСИМО и транзакцию объектов (наборы данных, задания и результаты РМК).

Действия (операции с данными и события) ГеоЕСИМО, которые заносятся в журнал логирования:

1. загрузка ядра ГИС ГеоЕСИМО,
2. загрузка ГИС-проекта ГеоЕСИМО,
3. чтение данных в свободном доступе (запрос данных),
4. передача свободно доступных данных (получение данных),
5. чтение данных с СИ ЕСИМО (запрос данных),
6. передача данных с СИ ЕСИМО (получение данных),
7. запрос к РМК,
8. получение результатов РМК.

Процесс запуска ГИС-приложения включает два этапа: загрузка ядра и загрузка xml-файлов ГИС-проекта.

В процессе “загрузка слоя” сначала загружаются метаданные каждого слоя (xml-файл), прописанного в конфигурационном xml-файле ГИС-проекта. Контрольная точка – после загрузки файла, перед передачей его обработчику (парсеру).

Логирование событий при загрузке потока данных описано в разделе 2.2, контрольные точки: 1. после авторизации в ЕСИМО, 2. после составления списка файлов для загрузки, 3. после загрузки всех файлов.

Процесс логирования событий работы с РМК включает 3 контрольные точки: 1. Передача параметров запроса на веб-сервис, 2. Получение ответа веб-сервиса, 3. Загрузка и проверка данных результатов РМК.

Сообщения о логируемых событиях, происходящих в ходе выполнения процессов ГИС ГеоЕСИМО, записываются в журнал обработки (log) и передаются в качестве значений параметров веб-сервиса логирования LoggingWebService в БД ЕСИМО.

Пример записи, передаваемой веб-сервису LoggingWebService для регистрации этапа “загрузка xml-файла ГИС-проекта (ProjectLoad)” процесса “запуск ГИС-приложения (Starting)”: “GeoESIMO”, “RINMI-WDC”, “Starting”, 61262312655000, “ProjectLoad”, “30-03-2011 17:04:12”, “30-03-2011 17:04:15”, “INFO”, “Project is Loaded” (RINMI-WDC – сервер, на котором выполняется логирование, 61262312655000 – id клиента, осуществляющего вызов ГИС).

### *2.5. Создание нового ГИС-приложения, редактирование ГИС-проекта*

Содержание создаваемого ГИС-приложения определяется ГИС-проектом, в котором определяются следующие ресурсы:

1. Информационные ресурсы в формате CSV.
2. Картографические слои WMS геосервисов.
3. Сеточные и векторные ГИС-данные.
4. Инструментальные модули (плагины).
5. Базовый регион.

ГИС-проект для ГеоЕСИМО задается в виде конфигурационного файла в формате XML-документа и файлами метаданных слоев в формате XML-документа. В конфигурационном файле прописываются профиль проекта, состав информационных (слои) и инструментальных (плагины) ресурсов приложения, установочные и атрибутивные метаданные. В метаданных слоев прописываются адреса ресурсов и атрибутивные метаданные, включая параметры визуализации географических слоев. Система интерпретирует метаданные ГИС-проекта. По указанным в XML-файле URL веб-серверов и адресам ПК пользователя ГИС ГеоЕСИМО загружает все необходимые для задачи инструментальные модули и данные.

Профиль проекта включает следующие метаданные: идентификатор, наименование проекта, разработчик проекта (логин), вид доступа (общий/личный/ограниченный), дата/время создания и последнего редактирования проекта. Логин в профиле используется для аутентификации пользователя и определения его роли (пользователь/автор). Указатель вида доступа используется как ключ для включения ГИС-проекта в список доступных проектов.

ГИС-проекты для каждого региона могут быть объявлены как: 1) общие ГИС-проекты, доступные всем пользователям; 2) личные проекты – проекты, доступные только авторизованному пользователю с заданным именем “UserName”; 3) проекты с ограниченным доступом (по подписке)<sup>2</sup>, доступные только авторизованным пользователям с именами “User-

<sup>2</sup> При ограниченном доступе определяется список пользователей, которым разрешен доступ к конкретному ГИС-приложению. Разрешение на ограниченный доступ предоставляет администратор ЕСИМО, при этом

Name1” ...“UserNameN”. Общедоступность ГИС-приложений определяет создатель (автор) ГИС-проекта по согласованию с администратором ЕСИМО.

ГИС-проект (XML-документ) может быть записан пользователем на ПК или администратором ЕСИМО в БД ЕСИМО. Право по редактированию профиля проекта и содержания ГИС-проекта и создания версии, сохраняемой в БД ЕСИМО имеет только создатель проекта. ГИС-приложения могут являться основой для создания пользователями собственных вариантов (с модификацией пофиля) ГИС-проектов с сохранением на ПК или под другим именем администратором в БД ЕСИМО.

Средства по применению профилей пользователей и проектов обеспечивают условия безопасности, исходя из роли пользователя по отношению к конкретному ГИС-приложению. На рис. 5 схематично показана взаимосвязь профилей и ролей.

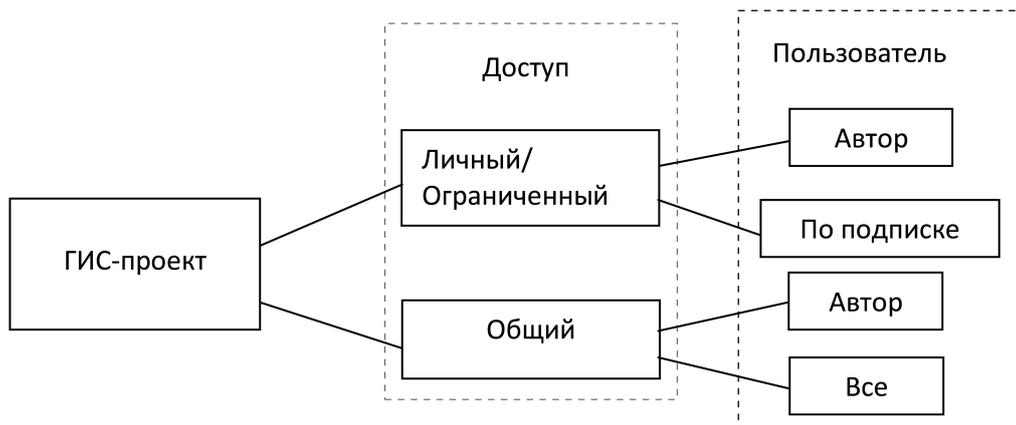


Рис. 5. Взаимосвязь профилей ГИС-проектов и пользователей ГИС-приложений.

Каталог ГИС-проектов в виде XML файла, содержащего также список подписчиков для каждого проекта, и XML файлы проектов хранятся в БД ЕСИМО. К ним обеспечен доступ в режиме онлайн во время сеанса работы с ГИС-приложением ГеоЕСИМО и через ГеоПортлет (см. параграф 2.7).

Создание нового ГИС-приложения ГеоЕСИМО осуществляется настройкой общедоступных базовых и рабочих ГИС-проектов морских регионов. В базовые ГИС-проекты включен только WMS сервис электронной картоосновы (ЭКО) для соответствующих регионов.

Для создания нового или редактирования ГИС-проекта в ГИС ГеоЕСИМО предусмотрены специальные средства, которые предоставляют пользователю возможность создать и отредактировать профиль и содержание ГИС-проекта в интерактивном режиме.

Процесс создания нового или версии ГИС-проекта включает следующие шаги:

1. *Выбор базового или рабочего проекта для региона*

Право доступа к ГеоПортлету может быть регламентировано средствами ЕСИМО в профиле пользователя, который определяет администратор ЕСИМО.

Базовый ГИС-проект может содержать ссылки на адреса информационных ресурсов и инструментальных ресурсов (плагинов). Плагины, привязанные к конкретным районам, включаются только в базовые проекты соответствующего района.

2. *Включение дополнительных ресурсов в ГИС-проект*

---

реквизиты пользователя (логин) заносятся в запись каталога ГИС-проектов. Для получения доступа пользователь должен запросить подписку на ГИС-приложение на портале ЕСИМО.

Загрузка дополнительных ИР и плагинов реализуется соответствующими командами ГИС ГеоЕСИМО. Осуществляется загрузка данных в формате CSV из файловых хранилищ, WMS слоев из каталогов геосерверов, геоданных с ПК пользователя. Пользователь определяет необходимые для загрузки ИР ЕСИМО по списку доступных его профилю из общего каталога ИР для соответствующего региона.

### *3. Настройка стилей отображения визуализируемых данных*

Разработчик ГИС-приложения с помощью инструментов ГИС ГеоЕСИМО может настроить стили отображения визуализируемых данных (цвет, шрифт, размер и др.), проекцию отображения (географическая, стереографическая для арктического региона до 30-го градуса широты) и др. Для всех типов данных (сеточные, векторные: точки, линии, полигоны) в базовом ГИС-проекте стили отображения задаются по умолчанию. Заданные разработчиком стили запоминаются в XML-файлах слоев ГИС-проекта и автоматически используются при последующих запусках. В следующих версиях ГеоЕСИМО для отображения ИР ЕСИМО будут использоваться по умолчанию общесистемные стили (symbol layer definition, SLD файлы).

### *4. Сохранение ГИС-проекта с профилем в БД ЕСИМО*

Запись ГИС-проекта (XML-файлы) и ссылки в каталог ГИС-приложений в БД ЕСИМО осуществляет администратор. Для доступа к расположенным в БД ЕСИМО проектам во время сеанса работы с ГИС-приложением выводится список общедоступных проектов и проекты, на которые он подписан. Для представления подписанных проектов выполняется аутентификация пользователя.

### *5. Редактирование и создание версии ГИС-проекта*

Редактирование выполняется аналогично подключению новых ресурсов в базовый проект. Сохранение редакции проекта в БД ЕСИМО осуществляется администратором. Пользователь в процессе работы с ГИС-приложением может изменять и сохранять свои новые версии ГИС-проекта на ПК пользователя. ПК версия является персонифицированной и доступна только данному пользователю. Версии проекта, идентифицируемые другими пользователями, могут быть сохранены администратором в БД со своим профилем.

## *2.6. Информационная безопасность взаимодействия ГИС с компонентами большой системы*

ГИС является внешним приложением для большой системы. ГИС ГеоЕСИМО, выполненная в технологии Java-приложения, работающего на ПК пользователя, должна обеспечивать информационную безопасность при взаимодействии с серверными компонентами системы: СРБД, РМК, каталог ИР, системная БД, ГИС-сервер и др. В ЕСИМО информационный обмен внешних приложений с СРБД и другими подсистемами ЕСИМО осуществляется на основе применения сервис-ориентированной инфраструктуры ЕСИМО (сервисная шина, веб-сервисы). Информационная безопасность обеспечивается использованием принятых в ЕСИМО регламента и технологии ограничения доступа к ИР и ВС ЕСИМО через веб-сервисы.

Технологические решения, обеспечивающие безопасность относительно возможных угроз нарушения информации ЕСИМО, включают:

- Авторизация и аутентификация пользователей посредством JOSSO.
- Обеспечение единой политики доступа к ИР ЕСИМО посредством реализации правил назначения ролей пользователей ЕСИМО.
- Обеспечение безопасного взаимодействия внешних приложений с компонентами ЕСИМО посредством веб-сервисов.
- Портлетный доступ к общедоступным и персонифицированным ГИС-приложениям с аутентификацией пользователя.

Основной принцип обеспечения информационной безопасности ЕСИМО со стороны ГИС ГеоЕСИМО – это отсутствие прямого доступа клиентского приложения к системным компонентам ЕСИМО. Кроме того из приложения могут выполняться только операции чтения информации, операции записи (например, профиль и файлы метаданных ГИС-проекта) в БД ЕСИМО осуществляет администратор. Для устранения потенциальных угроз безопасности информации ЕСИМО в ГИС ГеоЕСИМО реализована следующая функциональность:

*1. Авторизация и аутентификация с использованием ПС JOSSO.*

Авторизация пользователя (ввод имени и пароля) в ГИС-приложении происходит либо автоматически при передаче параметров авторизации из портлета (при запуске с портала), либо при первичном обращении к компонентам ЕСИМО, требующим аутентификации пользователя, во время сеанса работы с ГИС-приложением, а также при запуске локального ГИС-приложения (с ПК пользователя) при первичном обращении к ИР ЕСИМО, требующим аутентификации.

*2. Загрузка и отображение списка добавляемых в ГИС-проект ИР.*

ГИС ГеоЕСИМО обращается с идентификатором авторизованного пользователя (логин пользователя) к сервису “Данные” каталога ИР и получает список общедоступных и персонально разрешенных (по подписке) для конкретного пользователя ИР. В отображаемый список включаются общедоступные и персонифицированные ИР, принимаемые ГеоЕСИМО и отфильтрованные в соответствии с заданным в ГИС-приложении регионом. Ресурсы, уже прописанные в ГИС-проекте в выводимый список не включаются.

*3. Загрузка метаданных ИР и данных.*

Загружаются метаданные, содержащие описание отобранных ИР, посредством обращения к сервисной шине ЕСИМО. Загружаются соответствующие файлы данных ресурсов посредством веб-сервиса. Из метаданных определяется формат файлов данных, входящих в ИР, который используется для парсинга (раскодировки) их содержания.

*4. Загрузка списка проектов и проекта.*

ГеоЕСИМО обращается с идентификатором авторизованного пользователя (логин пользователя) к сервису каталога проектов, который возвращает список общедоступных и персонально разрешенных (по подписке) проектов (их названия и описания). Для выбранного из списка проекта веб-сервис возвращает файлы метаданных ГИС-проекта. Сохранение файла метаданных нового ГИС-проекта БД ЕСИМО осуществляет администратор.

*5. Взаимодействие с удаленным РМК.*

Взаимодействие с РМК осуществляется посредством веб-сервисов, которые представляют доступ к удаленным программным средствам: принимают и передают параметры для расчетов, осуществляют запуск РМК, принимают и передают результаты.

## *2.7. Портлет ГеоЕСИМО*

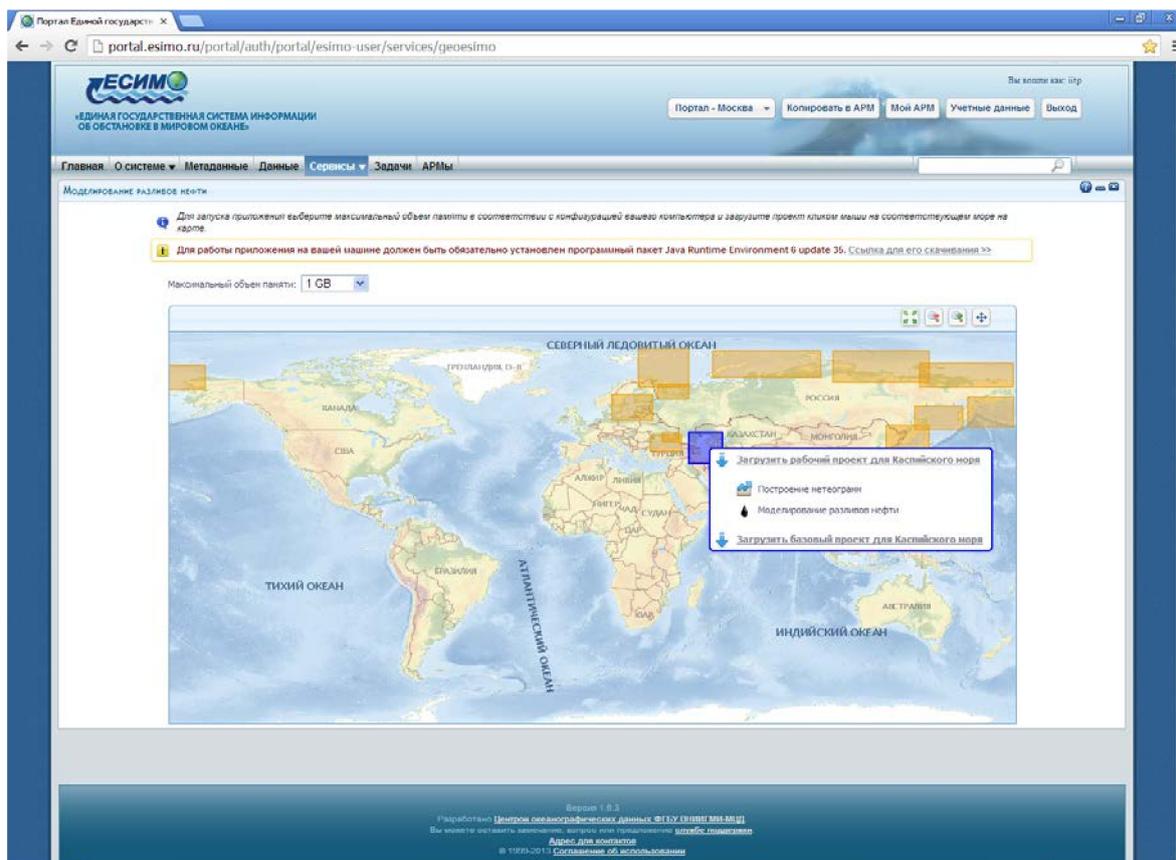
Подключение внешних приложений к portalу большой системы часто выполняется с помощью портлетной технологии. Это относится и к архитектуре портала ЕСИМО, страницы которого конфигурируются из портлетов, обеспечивающих пользовательские интерфейсы к проблемно-ориентированным приложениям. Для ГеоЕСИМО портлет выполняет роль пользовательского интерфейса, реализующего доступ к разработанным ГИС-приложениям ГеоЕСИМО. Портлеты ЕСИМО создаются в соответствии со спецификацией JSR-286 Portlet Specification.

Для задач геоинформационного анализа в ЕСИМО заранее разрабатываются специализированные ГИС-приложения, которые группируются по регионам. Доступ пользователей к окну ГеоПортлета и отдельным ГИС-приложениям регламентирован технологическими средствами

ЕСИМО, определяющими права доступа зарегистрированных и незарегистрированных пользователей портала ЕСИМО. Право доступа пользователя определяется при его авторизации при входе на портал ЕСИМО.

На портале ЕСИМО возможны 2 режима доступа к ГеоПортлету: без аутентификации и с аутентификацией. В первом случае пользователю предъявляются только общедоступные ГИС-приложения ЕСИМО. При авторизованном доступе пользователю дополнительно к общедоступным предъявляются ГИС-приложения, к которым он имеет персонифицированный доступ (пользователь подписан на ГИС-приложение).

На рис. 6 представлено окно ГеоПортлета для авторизованного пользователя. Регионы, для которых созданы ГИС-приложения выделены. В рабочем проекте указаны используемые РМК.



**Рис. 6.** Страница "Расчетно-модельный комплекс Гео-ЕСИМО" из раздела "Сервисы" портала ЕСИМО с контурными границами морей и ГИС-приложениями авторизованного пользователя. Окно вызова ГИС-приложений для данного региона открывается по клику внутри границ. Предъявляемое пользователю содержание окна портлета определяются правами доступа пользователя и профилями проектов.

ГеоПортлет инициализируется из портала ЕСИМО, работающего с интернет браузерами IE 6.0+, FF 2+, Opera 9.0+, Chrome.

Портлет ГеоЕСИМО обеспечивает настройку контента страницы для представления ГИС-приложений согласно их профилю и профилю авторизованного пользователя. Для формирования предъявляемого пользователю контента ГеоПортлета на портале ЕСИМО выполняются следующие шаги:

1. Авторизация пользователя.

2. Вызов GeoПортлета “Расчетно-модельный комплекс Гео-ЕСИМО” из раздела “Сервисы” на странице портала ЕСИМО (<http://portal.esimo.ru/portal/>) или непосредственно страницы <http://portal.esimo.ru/portal/portal/esimo-user/services/geoesimo>.
3. Автоматическое формирование списка доступных пользователю ГИС-приложений просмотром его подписки на ГИС-проекты для морских регионов.
4. Открытие окна GeoПортлета для выбора региона на карте Мирового океана и выбора запускаемого ГИС-приложения из списка.

### 3. ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ГИС ГЕОЕСИМО

ГИС ГеоЕСИМО предназначена для интерактивной визуализации и анализа пространственных и пространственно-временных данных ЕСИМО. Входными данными являются пространственные и пространственно-временные векторные и скалярные 2D, 3D и 4D сеточные поля, 2D, 3D линии и полигоны, 2D, 3D, 4D точечные поля и 3D временные ряды, растровые WMS и тайловые карты. Исследование данных поддерживается анимационной визуализацией, которая позволяет отображать пространственно-временные вариации одного или нескольких процессов, интерактивным картографическим измерением значений процессов и их пространственных статистик, операциями фильтрации сеточных слоев, вычислением растров по векторным данным, растровыми вычислениями с помощью произвольных алгебраических и логических операций, вычислением функции сходства для сеточных полей и т.д.

В качестве примера применения ГИС ГеоЕСИМО рассмотрим сценарий работы оператора в ситуации по анализу аварийного разлива нефти. Для расчетов используется РМК “Экспресс-анализ аварийных разливов нефти и нефтепродуктов” [12]. РМК является многопользовательским серверным приложением. Работа моделирующего комплекса ориентирована на специализированные входные данные, представленные в оперативных прогнозах полей приводного ветра и поверхностных течений, выпускаемых в виде информационных ресурсов ЕСИМО в Гидрометцентре РФ и в ГОИНе. Пользовательский интерфейс для задания параметров разлива, синхронное с расчетом отображение и анализ пятна и прогнозных полей осуществляется в ГИС ГеоЕСИМО. Т.о. для данной задачи задействованы серверы 3-х организаций: ВНИИГМИ-МЦД (системный сервер, портал ЕСИМО), Гидрометцентр (прогнозные данные) и ГОИН (РМК).

Экспресс-анализ аварийного разлива нефти включает следующие этапы:

#### *1. Задание и передача параметров моделирования из ГеоЕСИМО в РМК “Разлив нефти”.*

Задание параметров выполняется в диалоговом окне ГеоЕСИМО (рис. 7). Параметрами моделирования являются: продолжительность расчетов по прогнозу изменения координат и формы пятна, шаг итераций расчета пятна в минутах, тип нефтепродукта, дата и время аварии, координаты разлива, интенсивность сброса и продолжительность сброса. Точка разлива нефтепродукта выбирается либо путем указания значений ее координат в соответствующих полях окна, либо с помощью нанесения этой точки на карте (при этом координаты точки автоматически отобразятся в соответствующих полях окна). После этого параметры моделирования из ГИС-приложения через веб-сервис передаются на РМК.

#### *2. Вычисления на РМК.*

При моделировании РМК использует параметры, заданные ГИС-приложением, а также метеорологический прогноз и другие данные о состоянии природной среды. Для каждого шага расчетов РМК подготавливает share файл с формами пятна разлива нефти для трех градаций толщины нефтяной пленки и размещает его на сервере ГОИН. ГеоЕСИМО опрашивает веб-сервис на предмет завершения очередного шага прогноза и получает сообщение о выполнении очередного шага расчетов.

#### *3. Загрузка и агрегация результата в ГИС.*

Рис. 7. Диалоговое окно Гео-ЕСИМО для формирования и запуска задания на моделирование разлива нефти.

По получению сообщения о завершении очередной итерации ГеоЕСИМО выполняет следующие действия: (а) загружает данные прогноза разлива нефти для очередного момента времени (полигоны для 3-х толщин нефтяной пленки), (б) отображает на интерактивной карте 3D полигональную модель разлива нефти для очередного момента времени, (в) агрегирует текущий результат с полученными ранее для данного задания.

#### 4. Пользователь применяет функции анализа.

В ГИС ГеоЕСИМО динамика изменения координат и формы пятна разлива нефти анализируется визуальными средствами анимационной картографии синхронно с шагом расчета, средствами картографической аналитики, вычислительными и графическими средствами:

##### а) Визуальный анализ:

- задание с помощью слайдера момента времени прогноза отображаемого на карте пятна, визуализация может быть статическая для дискретных моментов времени и динамическая для последовательных моментов времени;
- операции *Панели управления визуализацией карты* обеспечивают масштабирование и сдвиг карты, выбор координат визуализируемой области карты;
- наложение других слоев, доступных в ГИС-приложении;
- выбор объектов слоя по атрибуту (нефтеналивные суда/спасательные суда/др.).

##### б) Картографический анализ:

- измерение расстояния от пятна до берега (пятно может состоять из нескольких полигонов);
- измерение площади полигона пятна нефти для каждой толщины пленки;
- измерение площади заданного пользователем полигона;
- получение значения в выбранной на карте точке (заданной координатами точке, если точка не попадает на исходную сетку осуществляется интерполяция);
- построение разреза сеточных слоев по произвольному профилю с измерением значений и указанием положения курсора на профиле.

##### в) Оценки и графический анализ:

- вычисление минимума, максимума среднего по всему слою или в выделенном на карте окне (окружность/прямоугольник/произвольный многоугольник);
- график и таблица изменения площади и концентрации пятна нефти во времени в отдельном окне.

5. Пользователь применяет функции добавления информации.

- подключение собственного слоя (с ПК, WMS сервера);
- ввод маркеров (точка, квадрат, круг, полигон) или из библиотеки пиктограмм (тип и сложность ЧС, ограждение и др.) с подписями и с возможностью перемещения нанесенного маркера, с сохранением в виде отдельного слоя.

6. Пользователь использует функции сохранения результатов.

- сохранение карты с легендой и комментариями (word файл);
- запись в файл истории анализа;
- сохранение текущей сессии в виде ГИС-проекта для воспроизведения ситуации (пользователем задается имя проекта, наименование, описание проекта, параметры моделирования сохраняются автоматически).

Функционал анализа используется для расширения информативности карты, представления информации в картографическом, табличном и графическом виде для оценки критичности ситуации и поддержки принятия решений, для подготовки докладов.

В таблице 1 показаны атрибуты пятна разлива нефти для нескольких шагов моделирования.

**Таблица 1**

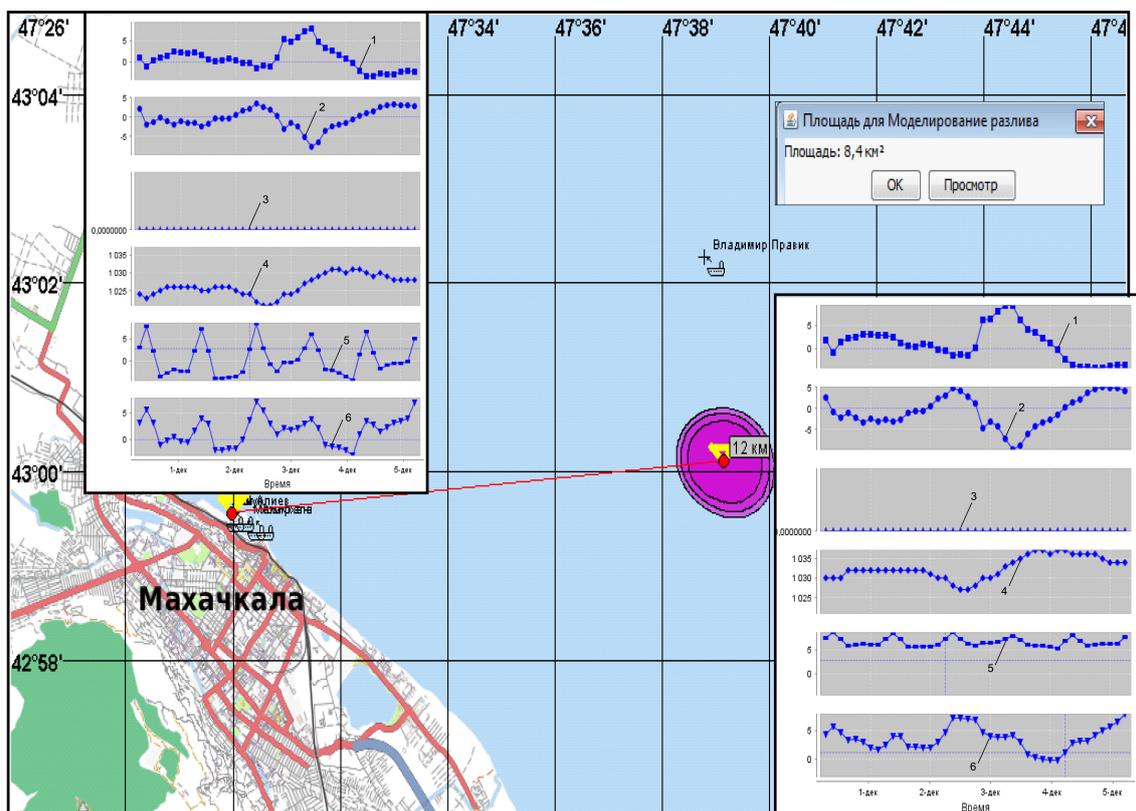
#### Атрибутивные данные прогноза разлива нефти

X, Y – координаты долготы и широты центра пятна, Mass – общая пролитая масса нефти, Ms – масса нефти на поверхности, Me – испарившаяся масса нефти, Md – масса, диспергировавшая в водную толщу, Msh – масса нефти, оставшаяся на берегу.

t, час	X	Y	Mass, т	Ms, т	Me, т	Md, т	Msh, т
1.0	47.916218	43.267860	1000.0	998.68	1.3169	0.0074	0.0000
2.0	47.916412	43.269886	2000.0	1995.22	4.7712	0.0094	0.0000
3.0	47.917873	43.271324	2000.0	1989.32	10.6662	0.0095	0.0000
...	...	....	....	...	...	...	...
23.0	47.826046	43.357891	2000.0	1800.19	129.1007	70.7110	0.0000
24.0	47.820869	43.365570	2000.0	1789.49	132.4016	78.1140	0.0000

Рис. 8 показывает некоторые элементы экспресс-анализа ситуации при аварийном разливе нефти. Точка разлива показана крестиком рядом с судном Владимир Правик.

Показано положение и форма пятна через 24 часа после разлива, построенное по результатам расчетов РМК “Разлив нефти”. Можно видеть, что пятно состоит из трех полигонов, соответствующих разным грациям толщины пятна. Площадь пятна равна 8,4 км<sup>2</sup>. Сплошная линия показывает расстояние между пятном и ближайшим экологическим судном по ликвидации загрязнений, которое составляет 12 км. Слева и справа показаны построенные по данным, полученным от РМК “Метеограммы”, графики метеорологических параметров в точках, обозначенных на карте треугольниками.



**Рис. 8.** Элементы моделирования ситуации при разливе нефти. Крестик – точка разлива нефти; три полигона – разные градации толщины пятна через 24 часа после разлива; треугольники – положение экологического судна по ликвидации загрязнений и центр пятна, расстояние между пятном и судном 12 км; слева и справа показаны построенные по данным, полученным от РМК “Метеограммы”, графики метеорологических параметров в этих точках: 1 – ветер, зональная компонента, 2 – ветер, меридиональная компонента, 3 – уровень осадков, 4 – давление, 5 – температура на высоте 2м, 6 – температура подстилающей поверхности.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрена технология интеграции динамической ГИС в большую информационно-аналитическую систему мониторинга пространственных процессов. В качестве примера представлена технология интеграции ГИС ГеоЕСИМО в Единую систему информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО).

Важнейшими компонентами больших систем являются их распределенные информационные и вычислительные ресурсы. В системах мониторинга природных и техногенных пространственных процессов основные информационные ресурсы представляют собой потоки динамических данных, а вычислительные ресурсы представлены веб-сервисами и расчетно-модельными комплексами (РМК). Разработанная технология обеспечивает пользователя средствами визуального и аналитического исследования динамических массивов распределенных пространственно-временных данных и средствами настройки и редактирования ГИС-проекта. В технологии предложены и реализованы средства, обеспечивающие взаимодействие ГИС с системными и функциональными компонентами большой системы мониторинга пространственных процессов: многопоточная загрузка распределенных географических данных, динамическое подключение плагинов и ГИС интерфейс запускающий и управляющий вычислениями на удаленных серверах, логирование событий и информационная безопасность взаимодействия ГИС с ком-

понентами системы, портлетная технология подключения ГИС и др. Взаимодействие ГИС с компонентами большой системы обеспечивается сервис-ориентированной технологией.

Рассмотренный сценарий ситуации по оперативной оценке загрязнения морской среды в результате аварийного сброса нефтепродуктов является одним из примеров применения ГеоЕСИМО и демонстрирует некоторые функциональные возможности ГИС по работе с распределенными информационными и инструментальными ресурсами и анализу реальных данных.

Опытная эксплуатация ЕСИМО показывает, что рассмотренная технология интеграции обеспечивает эффективное функционирование ГИС в системе мониторинга окружающей среды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов Н.Н. Облик ЕСИМО – решения, характеристики и основные направления применения и развития. // Материалы конференции “Использование средств и ресурсов Единой государственной системы информации об обстановке в мировом океане для информационного обеспечения морской деятельности в Российской Федерации” (ЕСИМО’2012) 24-28 сентября 2012 г. Обнинск: ФГБУ “ВНИИГМИ-МЦД” - 2012. - С. 209–217.
2. Белов С.В. Реализация интеграции и распространения информации об обстановке в мировом океане средствами сервисно-ориентированной инфраструктуры ЕСИМО. // “Использование средств и ресурсов Единой государственной системы информации об обстановке в мировом океане для информационного обеспечения морской деятельности в Российской Федерации” (ЕСИМО’2012) 24-28 сентября 2012 г. Обнинск: ФГБУ “ВНИИГМИ-МЦД”. 2012. С. 48–51.
3. Metrikov P., Derendyaev A., Gitis V. Web-GIS Technology for Dynamic Data Analysis. // ACM SIGSPATIAL GIS 2011 Conference, Chicago, 2011, November. pp. 31–38.
4. Gitis V., Derendyaev A., Metrikov P., Shogin A. Network geoinformation technology for seismic hazard research (2012). // Natural Hazards: Volume 62, Issue 3 (2012), Page 1021–1036.
5. Gitis V., Derendyaev A., Weinstock A., Mikhailov N. A network technologies for spatio-temporal proceses research. // IAHS/IAPSO/IASPEI Joint Assembly, Gothenburg, Sweden, July 2013.
6. Гитис В.Г., Ермаков Б.В. Основы пространственно-временного прогнозирования в геоинформатике. // - М.: ФИЗМАТЛИТ. - 2004. – с. 256.
7. Гитис, В.Г. Геоинформационные технологии для научных исследований. // Вестник РФФИ. - 2011. - № 2-3. - С. 13–32.
8. Гитис В.Г., Вайншток А.П., Дерендяев А.Б., Михайлов Н.Н. Сетевая ГИС для анализа пространственно-временной информации об обстановке в мировом океане – ГИС ГеоЕСИМО. // Материалы XIII Международной научно-технической конференции “МСОИ -2013”: “Современные методы и средства океанологических исследований”, Т. 2. – М. – 2013. – С. 45–49.
9. Бережной Г. Проблемы создания больших информационных систем. // PCworld 1998, № 8.
10. Бычков И.В. [и др.]. Интеграция информационно-аналитических ресурсов и обработка пространственных данных в задачах управления территориальным развитием. // - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. - с. 369.
11. Гитис В.Г., Вайншток А.П., Дерендяев А.Б., Зацепя С.Н., Ивченко А.А., Белов С.В., Белова К.В. Сервис ЕСИМО по интерактивному моделированию гидрометеорологических и гидрофизических процессов, экспресс-анализу аварийных разливов нефти. // Материалы конференции “Использование средств и ресурсов Единой государственной системы информации об обстановке в мировом океане для информационного обеспечения морской деятельности в Российской Федерации” (ЕСИМО’2012) 24-28 сентября 2012 г. Обнинск: ФГБУ “ВНИИГМИ-МЦД” - 2012. - С. 93–105.
12. Овсиенко С.Н., Зацепя, С.Н., Ивченко, А.А. Моделирование разливов нефти и оценка риска воздействия на окружающую среду. // Труды ГОИН. - 2005. - Выпуск 209. - М.: Гидрометеиздат. - С. 248–271.

**BASIC CONCEPTS OF DYNAMIC GIS TECHNOLOGY INTEGRATION INTO A MONITORING SYSTEM OF SPATIAL PROCESSES****Gitis V., Weinstock A., Derendyaev A.**

*Institute for Information Transmission Problems,  
Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia  
e-mail: gitis@iitp.ru, wein@iitp.ru, wintsa@iitp.ru*

**Abstract:** The technology of multi-functional dynamic GIS integration into a large-scale information system for spatio-temporal monitoring is considered. The technology is applied in the Unified System of Information on the World Ocean (ESIMO). Methods of GIS interoperability with the monitoring system are discussed. An example of emergency oil spill analysis is presented.

**Keywords:** dynamic GIS GeoESIMO, spatio-temporal monitoring, emergency oil spill.