

ЭФФЕКТИВНАЯ РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ВИЗУАЛИЗАЦИОННО-ИНТЕГРИРУЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ «АЛЬКОР»

А. И. Сайфуллин, И. В. Евтушенко, А. П. Ермаков, П. В. Ермаков, К. В. Задорожный

Российский федеральный ядерный центр –
Всероссийский НИИ экспериментальной физики, г. Саров

Визуализационно-интегрирующая платформа (ВИП) «АЛЬКОР» предназначена для создания на ее основе систем распределенного имитационного моделирования поведения объектов и прохождения процессов для различных предметных областей. Преимуществом данной платформы является то, что она обеспечивает программное сопряжение компьютерных моделей, разработанных независимо разными организациями. Платформа разрабатывалась с 2012 года в рамках ряда проектов. Степень готовности платформы позволяет успешно использовать ее для разработки программно-аппаратных имитационных комплексов, моделирующих сложные технические системы. В частности, для моделирования взаимодействия объектов в космической, воздушной, наземной и морской сферах, моделирования транспортной, энергетической инфраструктуры и т. д.

Архитектура разработки имитационных моделирующих комплексов (ИМК) сложных технических систем реализована на базе единой ВИП «Алькор» для всех разрабатываемых ИМК.

Для хранения исходного кода и пользовательских данных используется несколько репозиторий. Для связи репозиторий компьютерных моделей и интегрирующей платформы используется расширение подрепозиторий, которое поставляется вместе с системой управления версиями (СУВ) Mercurial [1]. Для полной независимости ИМК используются разные наборы сторонних библиотек для компьютерных моделей и ВИП «Алькор». Репозиторий компьютерных моделей используется как основной репозиторий, а репозитории интегрирующей платформы и пользовательских данных подключены к основному репозиторию как подрепозитории. Для подрепозиторий в качестве СУВ используются Git [2], Mercurial.

Организация инфраструктуры контроля версий исходных кодов ВИП «Алькор» должна позволять вести одновременно разработку нескольких ИМК на ее базе. При этом необходимо сохранить возможность развития самой ВИП «Алькор» и предоставить возможность быстрого создания нового ИМК на ее базе. Соответственно, все базовые скрипты должны храниться в одном месте без дублирования. Разработанная структура репозиторий, соответствующая описанным требованиям, представлена на рис. 1.

Разбиение на отдельные независимые друг от друга части ИМК позволяет создавать кроссплатформенный, независимый от других компьютерных моделей, ИМК.

В разработке ИМК на базе ВИП «Алькор» участвует большое количество тесно взаимодействующих между собой сотрудников. Они могут быть из разных отделов, территориально удалены друг от друга, вследствие чего возникает ряд проблем, связанных с распространением изменений в программном коде, рассылкой критически важных информационных сообщений, управлением заданиями, оперативным информированием руководства о возможных проблемах и т. п. Эффективным решением трудностей такого характера является частичная или полная автоматизация перечисленных выше действий. Построенная инфраструктура взаимодействия компонентов представлена на рис. 2.

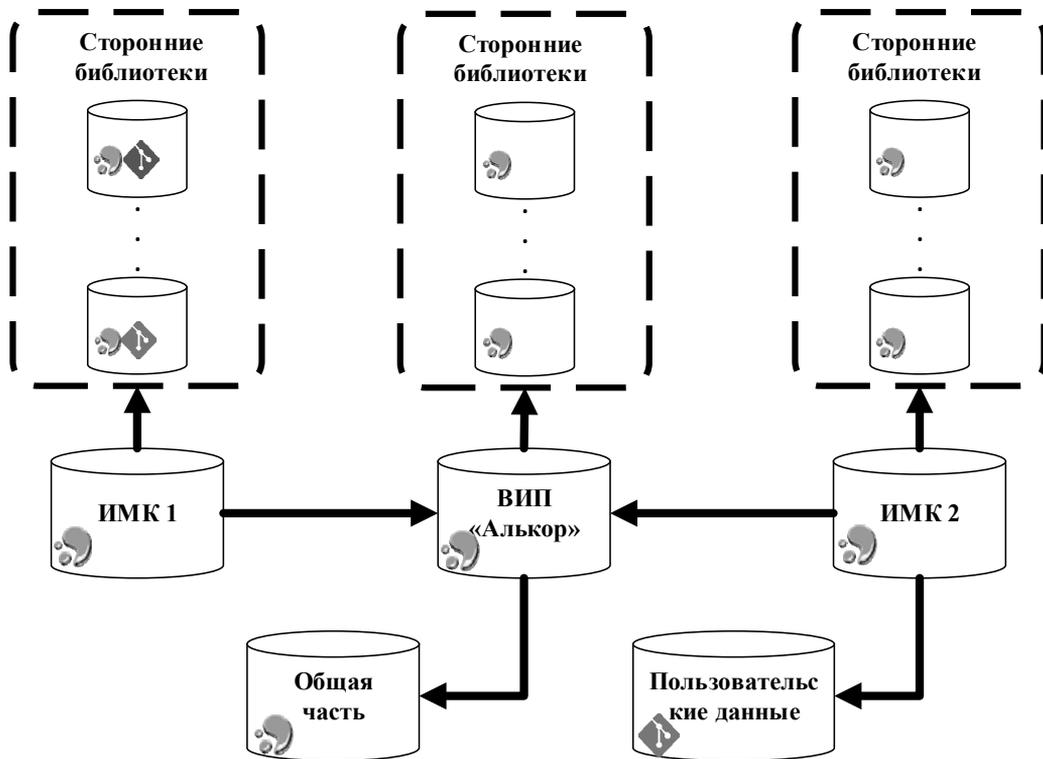


Рис. 1. Разработанная архитектура проектов на единой ВИП «Алькор»

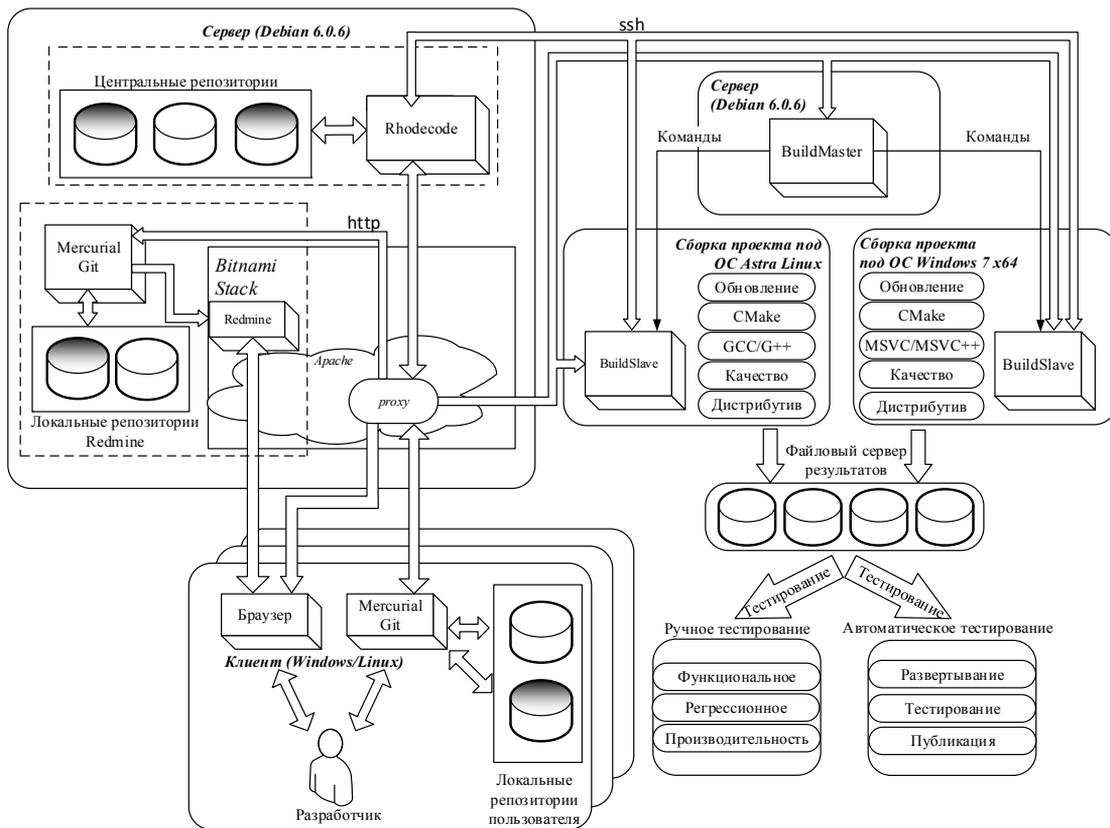


Рис. 2. Инфраструктура управления проектами

В процессе работы над ИМК его участники часто сталкиваются с проблемами синхронизации и ведения истории файлов, решить которые помогают СУВ. Для этого были выбраны кроссплатформенные СУВ Mercurial и Git.

Данные системы поддерживают полностью децентрализованную работу (отсутствует понятие основного хранилища кода), ветвление (возможно вести несколько веток одного проекта и копировать изменения между ветками), слияние репозиторий (чем и достигается «распределенность» работы), поддержка подрепозиторий. СУВ поддерживают обмен данными между репозиториями через HTTP/HTTPS, SSH и при помощи упакованных наборов изменений. Работа с репозиториями может вестись как в консольном режиме, так и с использованием удобных графических интерфейсов.

В качестве основного репозитория используется СУВ Mercurial, а репозитории на Mercurial и Git подключаются в виде подрепозиторий.

Для осуществления многопользовательского доступа к центральному хранилищу репозиторий по сети используется система управления репозиториями RhodeCode [3]. Она представляет собой веб-интерфейс к системам контроля версий Mercurial и Git, позволяющий развернуть на своих мощностях полностью подконтрольную платформу управления разработкой. Программа позволяет через Web управлять репозиториями, разделять права доступа, рецензировать код, отслеживать активность других участников, делать ответвление проектов, отправлять запросы на включение изменений в проект или изменять код на месте, через простой редактор. Поддерживается создание групп репозиторий и групп разработчиков с унификацией управления членами группы. Платформа является многопоточной, что позволяет одновременно обслуживать несколько запросов на синхронизацию репозиторий. RhodeCode предоставляет возможность вести наблюдение за активностью пользователей и состоянием репозиторий.

Использование LDAP позволяет осуществлять аутентификацию пользователей на контроллере домена, что упрощает доступ пользователей к системе и облегчает ее администрирование.

Схема взаимодействия разработчиков и тестировщиков представлена на рис. 3.

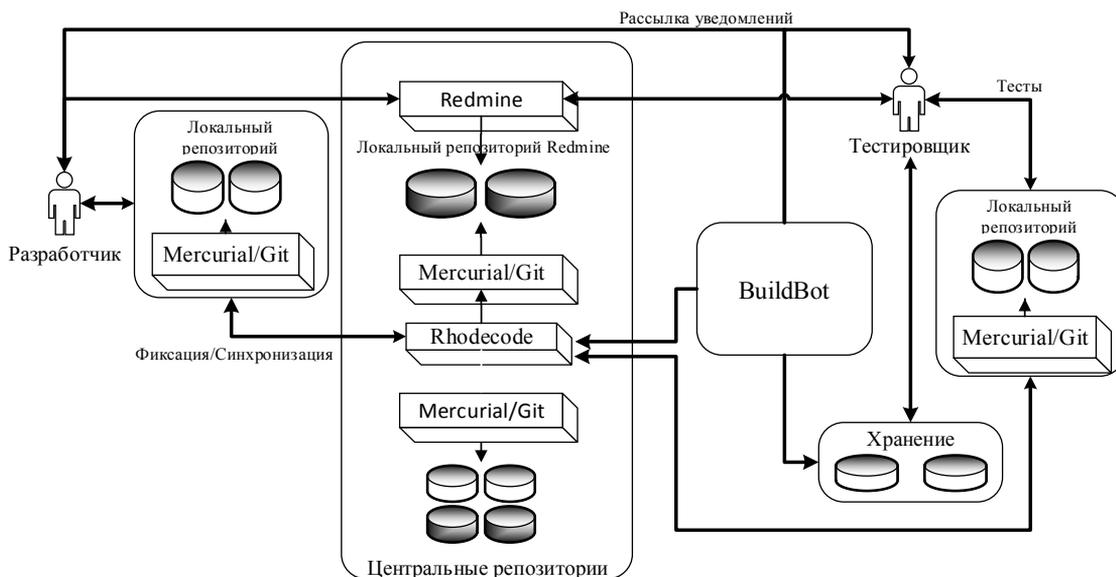


Рис. 3. Схема взаимодействия

В качестве системы управления программными проектами используется ПО Redmine [4]. С помощью этой системы определяются и достигаются четкие цели ИМК при балансировании между объемом работ, ресурсами, временем, качеством и рисками.

Данная система обладает следующим функционалом:

- контроль текущего состояния проекта;
- отслеживание ошибок;

- назначение заданий;
- учет временных затрат;
- вывод Диаграммы Ганта;
- создание форумов для каждого проекта;
- разграничение доступа;
- интеграция с репозиториями (Git, Mercurial);
- поддержка множественной аутентификации LDAP.

Доступ к системе осуществляется с помощью браузера. Система учитывает политики безопасности и разграничения доступа к проектам. Также предусмотрено оповещение по электронной почте.

Встроенная система отслеживания ошибок дает возможность учитывать и контролировать ошибки, найденные в ИМК, пожелания пользователей, а также следить за процессом устранения этих ошибок. Интеграция СУБ Mercurial и Git позволяет более эффективно вести наблюдение за процессом как исправления отдельных ошибок, так и разработкой в целом.

В процессе разработки ИМК возникает необходимость выполнения частых автоматизированных сборок и развертываний всего проекта для выявления и решения интеграционных проблем. Данная практика называется непрерывной интеграцией. В качестве непрерывной интеграции при разработке ИМК сложных технических систем на базе ВИП «Алькор» используется некоммерческая система BuildBot [5] с открытым исходным кодом.

Система непрерывной интеграции задействована для снижения трудоемкости интеграции и повышения ее предсказуемости за счет наиболее раннего обнаружения и устранения ошибок и противоречий в инфраструктуре. Выделенные этапы цикла непрерывной интеграции представлены на рис. 4.



Рис. 4. Этапы непрерывной интеграции

В данной системе задача управления процессом интеграции возлагается на мастер-узел (buildmaster). Все этапы работы системы указываются в сценарии мастер-узла.

Управляемые узлы (buildslave) непосредственно являются целевыми платформами разрабатываемого ИМК и выполняют директивы мастер-узла. Управляемые узлы могут быть под управлением ОС Windows/Linux архитектуры x86/x64.

Управляемые узлы BuildBot загружают файлы исходных кодов ИМК из системы управления репозиториями RhodeCode с помощью СУБ Mercurial и Git. При получении исходного кода ИМК автоматически скачивается привязанная ревизия исходного кода ВИП «Алькор». Инициация процесса интеграции возможна как по расписанию, так и по событию (внесение изменений в репозиторий либо пользовательский запрос через браузер).

В процессе конфигурирования ИМК настраивается окружающая среда, подготавливаются необходимые инструменты, а также скачиваются необходимые сторонние библиотеки для ВИП «Алькор» и ИМК.

На выходе, по завершении этапа сборки ИМК, получают установочные дистрибутивы. Полученный дистрибутив складывается на центральный сервер сборок для дальнейшего тестирования.

Процесс тестирования ИМК сложных технических систем на базе ВИП «Алькор» включает следующие разновидности:

Ручное тестирование графического интерфейса пользователя – ввод исходных данных и проверка правильности результатов производится непосредственно человеком.

Автоматизированное тестирование графического интерфейса пользователя с помощью ПО FrogLogic Squish [6].

Автоматизированный анализ результатов счета с помощью функционала программного пакета Python (x, y) [7].

Для запуска автоматического тестирования система Buildbot осуществляет развертывание ИМК на целевой платформе и контролирует процесс выполнения тестов. Результаты тестов помещаются на центральный web-сервер, а в случае возникновения ошибок Buildbot производит рассылку сообщений группе тестировщиков и разработчикам, чьи изменения входили в сборку ИМК.

Также в процесс непрерывной интеграции включены статические и динамические анализаторы кода, такие как CppCheck [8] и Valgrind [9]. Данные системы участвуют в ночных сборках и подготавливают отчет о возможных ошибках. Полученные результаты делятся по ответственным разработчикам, и далее осуществляется рассылка писем.

Для генерации файлов управления сборкой используется CMake [10] – кроссплатформенная система автоматизации сборки программного обеспечения из исходного кода. CMake генерирует файлы Makefile в системах Unix для сборки с помощью make и файлы projects/workspaces в системах Windows для сборки с помощью Visual C++ из CMakeLists.txt.

ВИП «Алькор» содержит основные скрипты, которые применяются при создании ИМК сложных технических систем:

- проверка доступности всех необходимых инструментов;
- получение необходимых сторонних библиотек;
- генерация проекта под запускаемую платформу;
- подготовка окружения для быстрого подключения новых модулей;
- использование пользовательских настроек.

Для создания нового ИМК на базе ВИП «Алькор» достаточно подключить несколько базовых скриптов ВИП «Алькор», при необходимости указать сервер сторонних библиотек для компьютерных моделей и прописать подключение этих сторонних библиотек. Подключенные сторонние библиотеки в ВИП «Алькор» также доступны в проектах ИМК. Все управляющие программой данные сосредоточены в конфигурационных файлах ВИП «Алькор». Конфигурационные файлы представляют собой текстовые файлы, с помощью которых производится настройка вида, поведения системы, а также представление исходных данных в графическом интерфейсе пользователя без изменения программного кода. В ВИП «Алькор» реализована гибкая система подключения конфигурационных файлов. В случае необходимости данные файлы могут быть дополнены при создании ИМК на базе ВИП «Алькор». Специфические конфигурационные файлы ИМК размещаются в репозитории компьютерных моделей.

Таким образом, описанный подход:

- позволяет в кратчайшие сроки развернуть инфраструктуру разработки ИМК сложных технических систем на базе ВИП «Алькор»;
- позволяет приступить непосредственно к разработке и интеграции компьютерных моделей;
- требует минимальных затрат на сопровождение и является неотъемлемой частью эффективной разработки ИМК на базе ВИП «Алькор».

Литература

1. Mercurial – кроссплатформенная распределенная система управления версиями. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.mercurial-scm.org/>
2. Git – кроссплатформенная распределенная система управления версиями. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://git-scm.com/>
3. RhodeCode – система управления репозиториями. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://rhodecode.com/>

4. Redmine – система управления программными проектами. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.redmine.org/>
5. BuildBot – система непрерывной интеграции. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://buildbot.net/>
6. FrogLogic Squish – автоматизированное тестирование графического интерфейса пользователя. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.froglogic.com/>
7. Python (x, y) – дистрибутив свободного научного и инженерного программного обеспечения для численных расчетов. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://python-xy.github.io/>
8. CppCheck – кроссплатформенный статический анализатор кода. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://cppcheck.sourceforge.net/>
9. Valgrind – инструментальное программное обеспечение, предназначенное для отладки использования памяти. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.valgrind.org/>
10. CMake – кроссплатформенная система автоматизации сборки программного обеспечения из исходного кода. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://cmake.org/>

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ НИМФА. СРЕДСТВА ПОСТРОЕНИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ТЕРРИТОРИИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ЯДЕРНЫЕ И РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ (ЯРОО). ОБРАБОТКА И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА

М. Л. Сидоров, В. А. Пронин, Е. Н. Лысова, О. Р. Грахова, А. Д. Яруллин, Л. В. Гамов

Российский Федеральный Ядерный Центр –
Всероссийский НИИ экспериментальной физики, г. Саров

Программный комплекс НИМФА представляет собой трехмерный компьютерный код, предназначенный для численного моделирования нестационарных трехмерных неизотермических геофильтрационных и геомиграционных потоков локального и регионального масштаба в напорных водоносных горизонтах, неоднородных по физическим свойствам.

При моделировании учитывается взаимодействие геофильтрационного и геомиграционного потоков с поверхностными водоемами и водотоками, а также опосредованно с атмосферными водными потоками (посредством задания на модели инфильтрационного питания и эвапотранспирации грунтовых вод).

Миграция растворенных радиоактивных и химических компонент (специй) рассматривается с учетом молекулярной диффузии, гидродинамической дисперсии, радиоактивного распада, а также задержки за счет обратимой сорбции на водовмещающих породах. При расчетах геофильтрации и геомиграции учитываются также плотностная дифференциация флюида в потоке, которая может быть обусловлена как тепловой, так и солевой конвекцией.

Программный комплекс НИМФА предназначен для проведения геофильтрационных и геомиграционных расчетов в геологической среде на участках размещения ЯРОО и прилегающих к ним территориях. Основными задачами численного моделирования, выполняемого с помощью программного комплекса НИМФА, являются

- расчет поля напоров, скоростей и траекторий геофильтрационного потока;
- расчет ореолов химического и радиоактивного загрязнения, распространяющегося в геофильтрационном потоке от ЯРОО, а также от других потенциальных источников загрязнения подземных вод (свалок ТБО, промышленных водоемов-накопителей, полей фильтрации и т. д.).