

ПРОБЛЕМА ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЕТА СЛОЖНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДАХ

В.Е. Хромых, А.Н. Супрун, Д.И. Кислицын

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

В настоящее время развитие строительной отрасли в России и за рубежом характеризуется тенденциями к нарастанию сложности проектируемых объектов, повышению требований к надежности и устойчивости конструкций к прогрессирующему обрушению, сокращению сроков проектирования, повышению технико-экономических показателей строительных объектов. В связи с этим непрерывно повышаются требования и к системам автоматизированного проектирования, используемым в строительной отрасли. Для этой цели разрабатываются интегрированные системы, ориентированные на автоматизацию нескольких этапов подготовки проекта, создаются программные средства поддержки технологии корпоративного проектирования, совершенствуется дружественный интерфейс программных комплексов, применяются параллельные технологии выполнения расчетов.

В целях повышения производительности системы автоматизированного проектирования строительных объектов было предложено [1-4] условное разделение сооружения на проектные единицы, совместная работа которых как единой механической системы обеспечивается специальной программой «Решатель». Под проектной единицей в рассматриваемом здесь варианте автоматизированных систем с распараллеливанием вычислительных процессов понимается часть сооружения, которая:

- может быть выделена путем «разрезания» проектируемого объекта по стержням;
- должна быть геометрически неизменяемой системой, имеющей опорные связи с основанием.

Указанный метод, реализованный для конструкций из стержневых систем, может быть развит и на сплошные среды, а также на широкий класс краевых задач математической физики. Решение задачи может проводиться на кластере из N рабочих станций, каждая из которых выполняет моделирование работы одной проектной единицы поэтапно в соответствии с алгоритмом, описанным в [1, 2].

Опыт построения автоматизированной системы управления расчётом сложных строительных объектов на базе метода разделения объекта на проектные единицы [2-4] показал, что для реализации системы необходимо решить следующие задачи:

- 1) разработка базы данных для централизованного хранения всех необходимых в процессе расчёта данных;
- 2) разработка удобного, понятного и информативного графического интерфейса для пользователя;
- 3) разграничение прав доступа для пользователей при работе с системой;
- 4) автоматизация процессов расчета проектной единицы, исключая потребность в постоянном контакте системы с пользователем;
- 5) организация клиент-серверного взаимодействия;

- 6) формирование исходных данных на входном языке базового программного средства;
- 7) управление базовым программным средством;
- 8) формирование и решение систем уравнений;
- 9) организация сбора и анализа результатов расчёта;
- 10) графическое отображение структуры и параметров модели.

В настоящее время в ННГАСУ продолжается разработка программного комплекса АСУР «Решатель», позволяющая в соответствии с методом разделения объекта на проектные единицы (ПЕ) сделать доступным решения задач неограниченной сложности. Текущая версия позволяет многократно увеличить количество вычислительных узлов (по сравнению с предыдущей версией), что в свою очередь позволяет значительно повысить производительность распределенной вычислительной системы.

По сравнению с предыдущей реализацией АСУР «Решатель» к настоящему времени были внесены следующие изменения:

- при разделении на ПЕ проектные единицы могут связываться неограниченным числом стержневых связей;
- увеличена стабильность работы как сервера, так и системы в целом;
- расширен функционал для работы с системой проектировщика;
- проведена работа по повышению автоматизации системы;
- внедрена возможность использования в качестве базового программного средства новейшей версии коммерческого программного продукта «Лира»;
- расширена БД;
- доработан и интегрирован в систему модуль «Мнемосхема», графически отображающий структуру расположения и взаимосвязь ПЕ.

В качестве СУБД в разработанном программном комплексе используется свободно распространяемая версия Microsoft SQL Server 2008 Express.

Система АСУР «Решатель» построена на основе клиент-серверного взаимодействия при трехуровневой архитектуре в виде совокупности следующих компонент: сервера базы данных, клиентского приложения и сервера приложений, отвечающего за выполнение логики приложения.

Графический интерфейс системы позволяет работать в двух режимах: «Руководитель проекта» (ГИП) и «Проектировщик». Выбор режима происходит после прохождения авторизации автоматически. При успешной авторизации пользователь переходит к главному диалоговому окну системы (рис. 1).

На главном диалоговом окне вводится вся необходимая информация о проекте. А также реализуется доступ к дополнительным диалоговым окнам для ввода необходимой информации, управления расчетом, получения отчета и т.д.

В режиме «Руководитель проекта» ГИП должен иметь возможность ввода:

- данных об объекте (наименование объекта, шифр проекта);
- количества проектных единиц (ПЕ);
- фамилий проектировщиков, которые будут рассчитывать «свои» ПЕ;
- ссылок на чертежи (рисунки) и иную проектную документацию для проектировщиков по каждой ПЕ.

После ввода всех необходимых данных ГИП должен будет посредством кнопки «Передать на Сервер» отправить данные на сервер, которые будут сохранены в базу данных, после чего проект становится доступен для работы другим проектировщикам. Каждый проектировщик входит в систему под своей учетной записью и в соответствии с данными БД получает доступ только к «своему» проекту и «своей» ПЕ.

По нажатию кнопки «Запрос данных» на главное диалоговое окно подгружается введенная ГИПом информация по проекту.

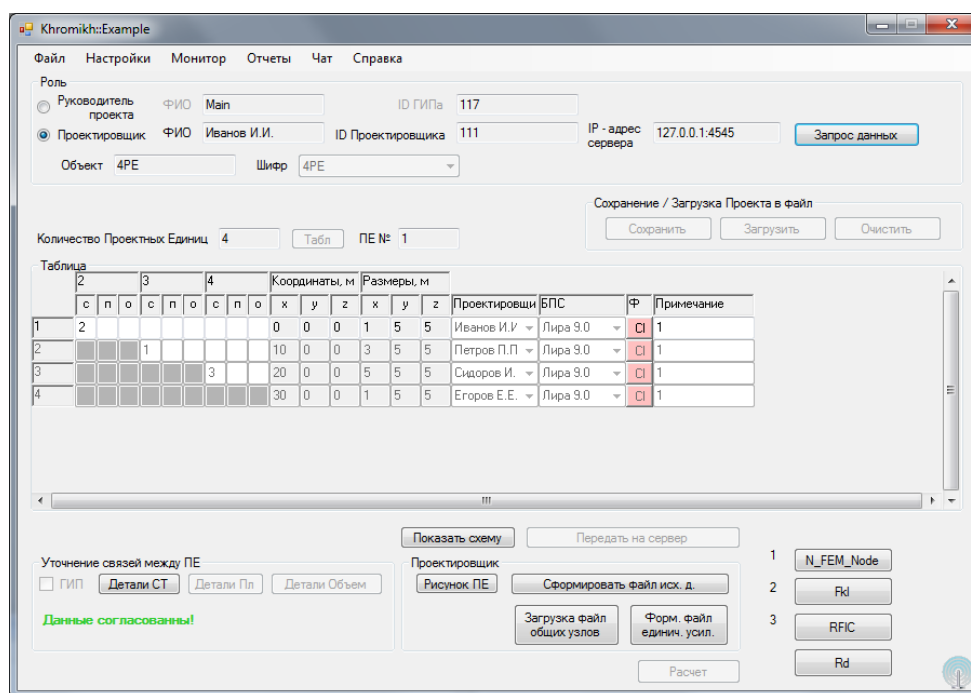


Рис. 1. Главное диалоговое окно системы «Решатель»

В режиме «Проектировщик» графический интерфейс системы расширился диалоговым окном, которое отображает ход выполнения проекта. По ходу работы с проектом в БД будут поступать данные от клиента о пройденных этапах, которые отображаются в соответствующем окне (рис. 2).

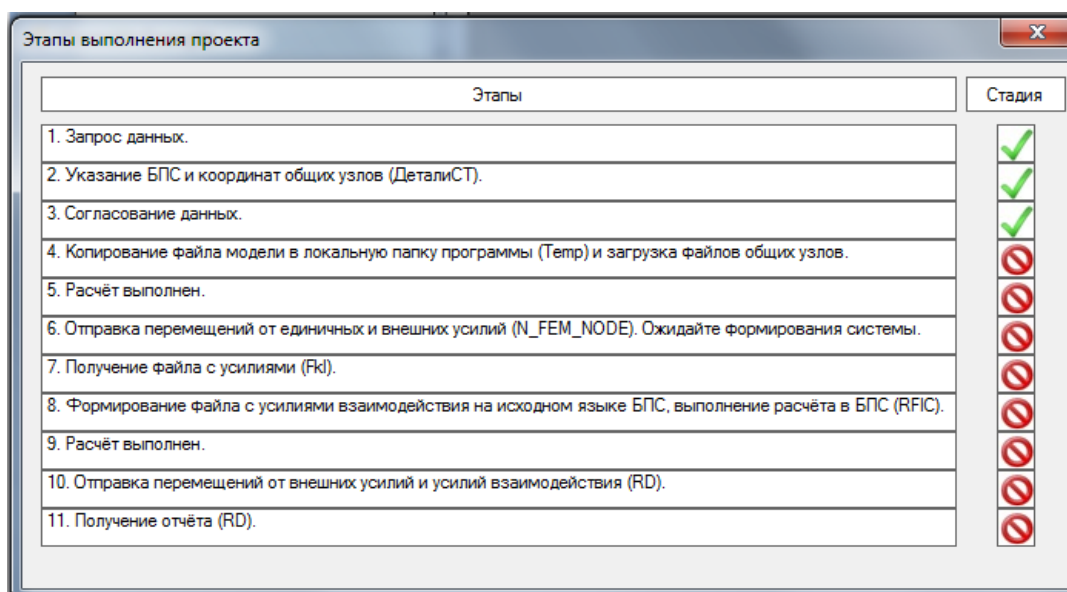


Рис. 2. Диалоговое окно «Этапы выполнения проекта»

Проектировщик в данной реализации системы АСУР «Решатель» уже может воспользоваться мнемосхемой – условной информационной моделью расположения ПЕ, выполненной как комплекс символов, изображающих элементы системы с их номерами и взаимными связями (рис. 3). Модуль запускается через главное диалоговое окно системы кнопкой «Показать схему».

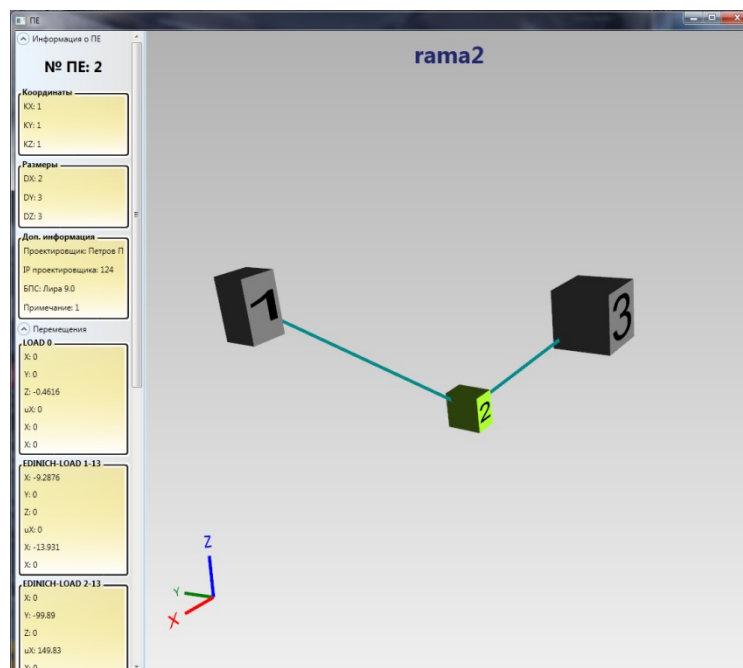


Рис. 3. Модуль «Мнемосхема»

В режиме «Проектировщик» в отдельном диалоговом окне «Детали Стержни» (рис. 4), открываемом кнопкой «Детали СТ», расположенной на главном диалоговом окне, указывается базовое программное средство (БПС) для «своей» ПЕ и координаты общих узлов.

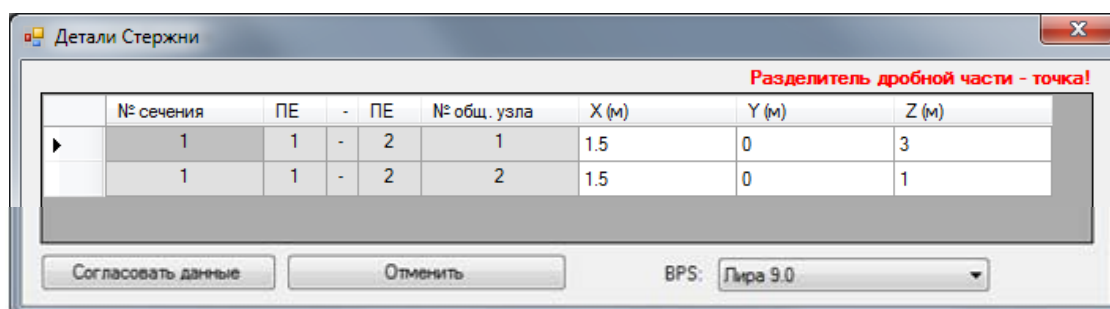


Рис. 4. Диалоговое окно «Детали Стержни»

После ввода данных, уточняющих взаимосвязи между ПЕ, необходимо согласовать эти данные кнопкой «Согласовать данные». Данные будут отправлены на сервер. После успешного согласования координат общих узлов на локальных компьютерах проектировщиков будет сформирован файл со списком общих узлов и координат на исходном языке БПС. Проектировщики на основе данного файла должны будут построить в БПС модели «своих» ПЕ, а затем кнопкой «Загрузка файлов общих узлов» через соответствующее диалоговое окно (рис. 5) загрузить сформированные проектировщиками в БПС файлы со списками номеров и координат общих узлов в системе БПС для передачи в БД на сервер.

После передачи файлов общих узлов на всех локальных компьютерах проектировщиков будет запущен расчет объекта по методу разделения на ПЕ от единичных загружений. После успешного расчета «своей» ПЕ от единичных загружений система автоматически отправляет перемещения на сервер и запрашивает посредством клиента файл с усилиями взаимодействия, используя который на локальном компьютере проектировщика будет сформирован файл с усилиями взаимодействия для «своей» ПЕ на исходном языке БПС и запущен на расчет от усилий взаимодействия. После успешного

расчета «своей» ПЕ от усилий взаимодействия перемещения будут автоматически отправлены системой посредством клиента на сервер. Как только перемещения от всех ПЕ из расчета от усилий взаимодействия будут отправлены, проектировщики в автоматическом режиме получают детальный отчет о проведенном проекте в специальном диалоговом окне (рис. 6). В предыдущей реализации системы АСУР «Решатель» пользователю необходимо было контролировать выполнение выше указанных этапов расчета и самому выполнять определенные действия для того, чтобы перейти к следующему этапу.

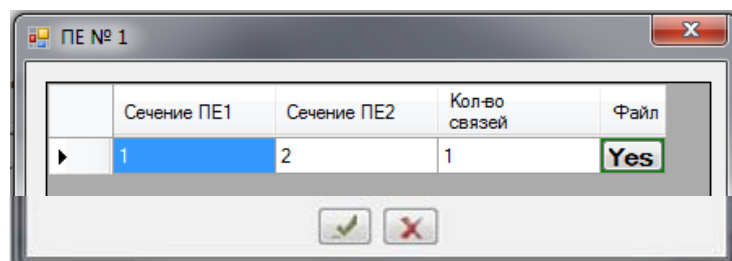


Рис. 5. Диалоговое окно «Загрузка файлов общих узлов»

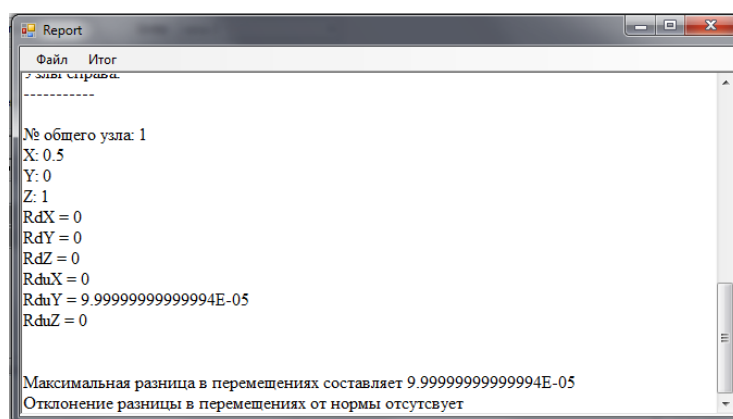


Рис. 6. Диалоговое окно «Отчет»

На основе имеющейся сейчас системе АСУР «Решатель» планируется проводить эксперименты с использованием БПС «Ли́ра 9.4» с последующим анализом полученных данных и сравнением результатов при решении тех же задач, но уже с использованием предыдущей версии БПС – «Ли́ра 9.0».

На указанном уровне развития интерфейса завершается очередной этап модернизации системы «Решатель».

Литература

1. Кислицын Д.И., Супрун А.Н. Программный модуль для расширения функциональных возможностей вычислительного комплекса «Ли́ра» // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. Vol. 4, Issue 2. Moscow–New York. 2008.
2. Супрун А.Н., Кислицын Д.И., Скороходов В.В. Проблемы построения автоматизированных систем конструкторского расчёта строительных объектов в распределённых вычислительных средах // Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений: материалы III Международного симпозиума. Новочеркасск: Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. (НПИ), 2010.
3. Кислицын Д. И., Хромых В. Е. Численная реализация метода разделения конструкции на проектные единицы // Материалы 23-й Всероссийской научно-практической

конференции по графическим информационным технологиям и системам «КОГРАФ-2013» – Н. Новгород, 2013.

4. Suprun A.N., Kislitsyn D.I. The multilevel parallelization of structural design calculation in distributed computing environment //14th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (14th ICCCBCE), 27 - 29 June – Moscow, 2012.