

РАБОТЫ С ДАННЫМИ ИМИТАЦИОННОГО ПРОЕКТА GPSS STUDIO В ПРОЦЕССЕ ИМИТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В СРЕДЕ «ОБЛАКА»

И.Д. Маликов, Т.В. Девятков, М.В. Федотов, Е.А. Нифантьев (Казань)

Облачные вычисления обеспечивают удаленный доступ к определенным информационно-вычислительным ресурсам в сети Интернет без каких-либо затруднений и задержек. Эти ресурсы могут быть публичными, частными, общественными или гибридными. Та или иная классификация ресурса зависит от назначения выполняемых им функций, а также от того, кому принадлежит данный сервис, имеет он коммерческую, социальную или иную направленность. С каждым годом такая концепция все глубже проникает в ИТ технологии компаний и становится все более и более весомой на практике [1].

Необходимость использования облачных вычислений для имитационного моделирования (ИМ) обусловлена многими причинами. Среди основных можно выделить следующие причины:

- возможность выполнения сложных вычислений различных этапов ИМ на более мощном вычислительном ресурсе, чем компьютер исследователя;
- значительное повышение скорости вычислений по сравнению с компьютером исследователя практически для всех этапов имитационного исследования;
- снижение стоимости затрат на повышение мощности компьютера исследователя с возможностью перераспределения высвободившихся средств на другие нужды, например, на более профессиональный монитор, мультимедиа и т.д.;
- высокая надежность вычислений благодаря использованию многократно проверенных и стablyно работающих сервисов;
- возможность применения в имитационном исследовании не доступных ранее программ;
- участие в имитационном исследовании в любой точке, где есть Интернет;
- снижение уровня дублирования работ и данных благодаря использованию уже созданных другими программ, методических материалов, фрагментов моделей по тематике имитационного исследования;
- организация единой и эффективно работающей системы коллективного моделирования, даже в случае нахождения сотрудников в различных городах и странах.

Несмотря на множество преимуществ облачных систем моделирования, многие компании-разработчики средств ИМ пока не используют их (или внедряют их в неполном объеме), в основном ссылаясь на сложность сохранения конфиденциальности и безопасности передачи данных.

В настоящее время достаточно большое число систем имитационного моделирования используют облачные вычисления. Правда, происходит это по-разному. Некоторые из них пользуются возможностью размещения в облаке библиотек типовых примеров и документации. Но все чаще происходит полноценная реализация облачных вычислений с использованием концепции SaaS (программное обеспечение как сервис) [2]. В частности, эти возможности уже предоставляют такие известные системы имитационного моделирования, как SIMIO [3], AnyLogic [4], ExtendSim [5].

Сервис работы с данными имитационного проекта в GPSS STUDIO

Рассмотрим реализацию сервиса работы с данными имитационного моделирования в среде GPSS STUDIO [6]. Данный сервис является частью SaaS подсистемы, которая включает набор различных сервисов для облачных вычислений в процессе имитационного

исследования в среде моделирования GPSS STUDIO. Отличительная черта разрабатываемого сервиса – это его структурированность. Такая структура необходима для выполнения имитационного моделирования прямо в облаке другим сервисом «Моделирование». Все должно соответствовать технологии работы с проектом исследования в точности, как это происходит в среде моделирования GPSS STUDIO. Поэтому требуется идентификация и спецификация каждого файла. Также структурированность дает возможность детализированного представления данных в исследовании и защиту от дублирования.

В разработанной базе данных сервиса созданы следующие таблицы:

- «Пользователи». Содержит данные клиента;
- «Проекты». В таблице хранятся общие данные о проекте имитационного исследования;
- «Модель». Обеспечивает хранение основных данных о текстовой модели на языке GPSS World для работы в среде моделирования GPSS STUDIO;
- «Форма». Хранит данные, необходимые для создания форм ввода исходных данных в модель, форм планирования экспериментов и форм вывода – ролика динамики, анимации, формы динамики показателей, стандартного отчета GPSS и др.;
- «Результаты форм». Накапливает результаты моделирования, связанные со всеми созданными формами для модели, в соответствии с заданием исследователя;
- «Отчеты». Содержит основные данные об ошибках моделирования модели;
- «Каталоги». Используется для хранения основных данных о местоположении проектов пользователя;
- «Файлы». Хранит данные об основных файлах проектов имитационного исследования;
- «Библиотека ТЭБов». Содержит основные данные о библиотеках ТЭБов, также данные о конкретных ТЭБ с их описаниями.

Так как большинство клиентов, пользующиеся программными продуктами типа GPSS, используют платформу MS Windows, то были выбраны инструментальные средства, работающие в среде MS Windows. Таким инструментом является технология DotNet. В случае необходимости работы в операционной системе LINUX, у DotNet есть версии, подходящие под эту операционную систему. Также в отличие от других технологий DotNet обеспечивает более полную интеграцию компонентов, несмотря на различие языков кода.

Для базы данных была выбрана бесплатная версия SQL SERVER EXPRESS и при написании SQL запросов использовалась технология Entity Framework. Также в нашем сервисе был реализован API – интерфейс, предназначенный для создания распределенных программ – WCF. В отличие от других распределенных API – интерфейсов (DCOM, .NET Remoting, веб-службы XML, очереди сообщений), WCF – унифицированная, единая и расширяемая объектная модель для программирования, взаимодействующая с множеством распределенных технологий.

В настоящее время сервис работы с данными полностью реализован и прошел апробацию в процессе разработки и отладки различных имитационных проектов. Наиболее полное и объемное тестирование он прошел при создании имитационного приложения «Системный анализ технологии уборки зерновых». Рассмотрим алгоритм модели, особенности созданного имитационного приложения и проведенного исследования.

Системный анализ технологии уборки зерновых

Имитационная модель для этого приложения была разработана и любезно предоставлена нам Вячеславом Владимировичем Ботороевым из Сибирского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (СиБИМЭ, Новосибирск), входящего в объединение, которое называется СФНЦА РАН. Данная модель была модернизированная нами. На ее базе

было создано имитационное приложение в среде GPSS STUDIO. Модель учитывает размеры полей, урожайность, соломистость, расстояния транспортирования зернового вороха, количество машин и их параметры, такие как ширина захвата, пропускная способность, емкость бункера, грузоподъемность, скорость передвижения, время загрузки, разгрузки и другие. Учитываются также вариативность параметров машин и процессов.

В таблице приведены основные параметры модели, которые могут быть изменены в имитационном приложении для приведения модели в соответствие реальным параметрам уборочно-транспортного подразделения какого-либо сельскохозяйственного предприятия, а также использованы в качестве управляемых факторов в экспериментах по оптимизации работы этого подразделения.

Основные изменяемые параметры

| Показатели | Единица измерения |
|--|-------------------|
| Количество комбайнов | Штук |
| Пропускная способность | Килограмм/секунда |
| Ширина захвата | Метр |
| Вместимость бункера | Килограмм |
| Средняя продолжительность отказа комбайна | Секунда |
| Предельная рабочая скорость комбайна | Метр/секунда |
| Средняя скорость комбайна на повороте гона | Метр/секунда |
| Интервал между отказами комбайна | Километр/секунда |
| Длительность устранения отказа комбайна | Секунда |
| Влажность зерна | % |
| Влажность соломы | % |
| Урожайность соломы | % |
| Стандартное отклонение распределения урожайности | Центнер/га |
| Количество бункеров-перегружателей | Штука |
| Вместимость бункера-перегружателя | Килограмм |
| Средняя длительность подъезда бункера-перегружателя к комбайну | Секунда |
| Количество автопоездов | Штука |
| Грузоподъемность автопоездов | Килограмм |

Моделирование процесса уборки зерновых представляет собой повторение трех основных циклов: прямое или раздельное комбинирование; перегрузка зернового вороха в бункеры-перегружатели, а затем из них в автопоезда; заполнение автопоездов зерновым ворохом, перевозка его на пункт обработки и возвращение на поле.

Для ввода исходных данных было разработано множество форм ввода, форма вывода динамики хода уборки зерновых полей, анимационной формы движения технических средств уборки (комбайнов, бункеров-перегружателей и автоколонн). Кроме этого использовались стандартно формируемые общие данные об эксперименте и серии экспериментов, динамика показателей в ходе экспериментов и стандартный отчет GPSS.

Дополнительно, для проверки функций облачного сервиса над моделью, были проведены серии экспериментов, где:

Изменяемые в модели факторами были:

- количество комбайнов;
- количество бункеров-перегружателей;
- количество автопоездов;
- пропускная способность комбайна;
- ширина захвата комбайна;
- урожайность поля;
- влажность зерна;
- влажность соломы.

Анализируемыми целевыми показателями серии экспериментов были:

- объем скошенного в поле зерна;
- объем всего увезенного с поля зерна;
- среднее время ожидания бункера-перегружателя до заполнения бункера комбайна;
- среднее время ожидания бункера-перегружателя подхода автопоездов;
- среднее время ожидания автопоездов бункеров-перегружателей.

В экспериментах были выявлены основные зависимости, показывающие необходимые доработки и условия при уборке полей.

Результаты тестирования сервиса показали, что все необходимые таблицы базы данных создаются и заполняются. Скорость обработки потоков данных – приемлемая для исследователя, потери данных и необходимости их восстановления в процессе тестирования обнаружено не было.

На рис. 1–3 показаны сложные и интересные формы, результаты, полученные при работе данного имитационного приложения с использованием облачного сервиса данных и переданные на клиентское место для просмотра и анализа.

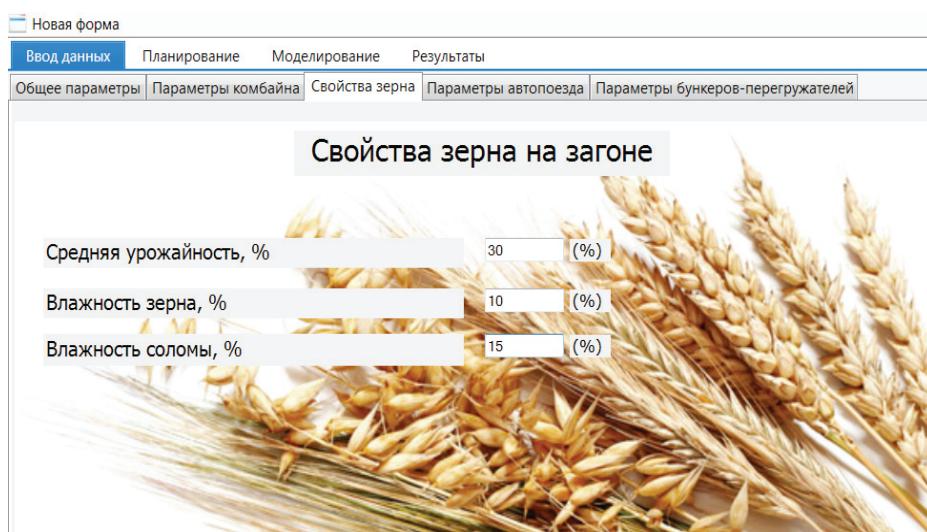


Рис. 1. Пример формы ввода исходных данных

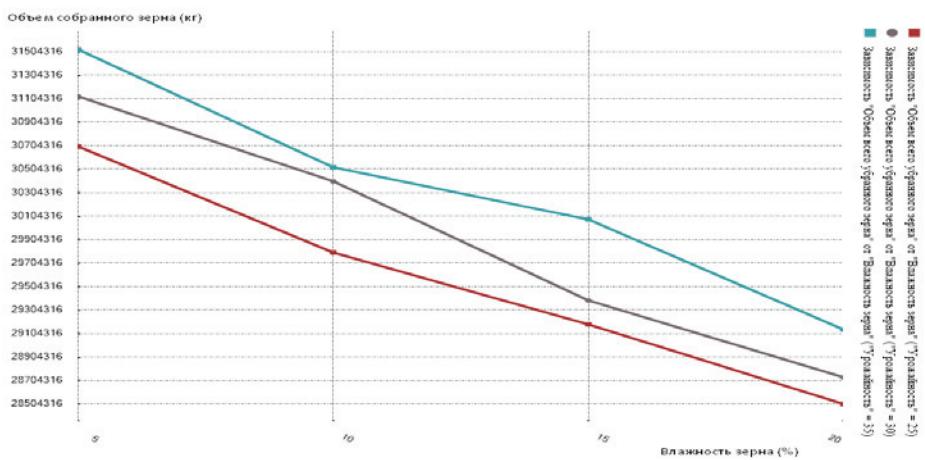


Рис. 2. Зависимость объема зерна от его влажности

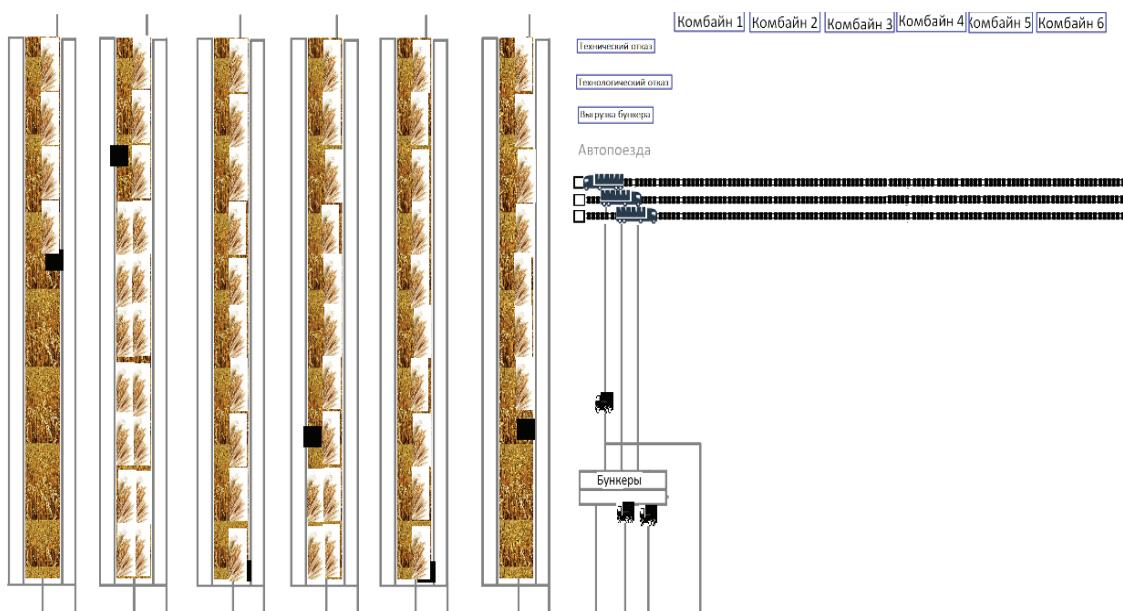


Рис. 3. Анимация в имитационном приложении

Выводы

Результаты апробации созданного облачного сервиса на достаточно больших и сложных имитационных моделях показали:

- сервис работает адекватно, без сбоев и показывает высокую вычислительную эффективность;
- использование сервиса позволило повысить скорость и удобства проведения имитационного исследования;
- необходима дальнейшая разработка новых облачных сервисов в среде моделирования GPSS STUDIO, например, постановки цели и задач имитационного исследования.

Литература

1. Риз Дж. Облачные вычисления: Пер. с англ. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 288 с.
2. Девятков Т.В., Девятков В.В. Облачное моделирование – история, концепции, состояние / Информационно измерительные и управляющие системы. 2016. № 12. С. 30–37
3. Официальный сайт компании SIMIO LLC (США). URL: <http://www.simio.com/index.php> (дата обращения 24.09.2017).
4. Официальный сайт компании AnyLogic Company. URL: <http://www.anylogic.ru/> (дата обращения 24.09.2017).
5. Официальный сайт продукта ExtendSim компании Imagine That., Inc. (Сан-Хосе, Калифорния, США). URL: <http://www.extendsim.com> (дата обращения 24.09.2017).
6. Имитационные исследования в среде моделирования GPSS STUDIO: учеб. пособие/ В.В. Девятков, Т.В. Девятков, М.В. Федотов; под общ. ред. В.В. Девяткова. М.: ИНФРА, 2018. 283 с.