



Опыт виртуальной пусконаладки в гидроэнергетике

В.Е. Захарченко (ООО НВФ "Сенсоры. Модули. Системы")

Описывает опыт виртуальной пусконаладки ГК "СМС Автоматизация, реализованной в ходе выполнения одного из проектов на гидроэлектростанциях (ГЭС). Проводится сравнение виртуальной пусконаладки с традиционным подходом разработки и настройки программного обеспечения систем автоматизации. Предлагается решение проблемы тестирования коммуникаций. Описываются преимущества нового подхода.

Ключевые слова: моделирование, имитационная модель, ГЭС, групповое регулирование, гидроагрегат, виртуальная пусконаладка, системы автоматизации, тестирование алгоритмов, коммуникации, протоколы связи.

Направление виртуальной пусконаладки систем автоматизации входит в тренд цифровизации производств, направленный на создание умных производств [1]. В основе идеи виртуальной пусконаладки лежит создание имитационной модели технологического процесса в объеме, достаточном для проверки функционирования АСУТП. Возможности виртуальной пусконаладки обсуждались в сентябре 2019 г. на традиционной V международной конференции, проводимой совместно компаниями Siemens и СМС-Автоматизация (<http://industry-software.ru/conf2019/>).

Как известно, на гидроэлектростанциях одной из самых ответственных является система ГРАМ — группового регулирования активной мощностью ГЭС [2, 3], которая получает задание мощности

от системного Системного оператора (СО) по цифровому протоколу и распределяет это задание между гидроагрегатами (ГА) ГЭС [4], контролируя исполнение задания. Неточное или некачественное исполнение поставленного задания наказывается штрафами со стороны Системного оператора. Баланс вырабатываемой и потребляемой мощности влияет на частоту энергосистемы, поэтому формирование задания от системного оператора осуществляется с секундным периодом. Задача проекта заключалась в том, чтобы в существующую эксплуатируемую систему ГРАМ ввести новые компоненты информационного обмена и осуществить прием плановых графиков и диспетчерских команд также по цифровому протоколу. При этом значительная часть существующих алгоритмов системы ГРАМ должна остаться неизменной. Параметры и алгоритмы нового информационного обмена регламентированы общими техническими требованиями, которые являются обязательными для исполнения всеми гидроэлектростанциями. Схематично информационное взаимодействие можно представить рис. 1, где СДПМ — система доведения плановой мощности.

Традиционный подход ведения проекта предполагает сначала реализацию всей функциональности системы, затем на этапе пусконаладочных работ проверку, отладку, тестирование. В случае возникновения проблем в ходе наладки и испытаний осуществляется возврат на этап проектирования. Применительно к поставленной задаче необходимо реализовать новую функциональность, убедиться в том, что не ухудшились существующие показатели по обмену данными с системным оператором и по регулированию для каждого агрегата в связи с тем, что новая функциональность увеличивает время обработки информации и как следствие замедляет время реакции системы.

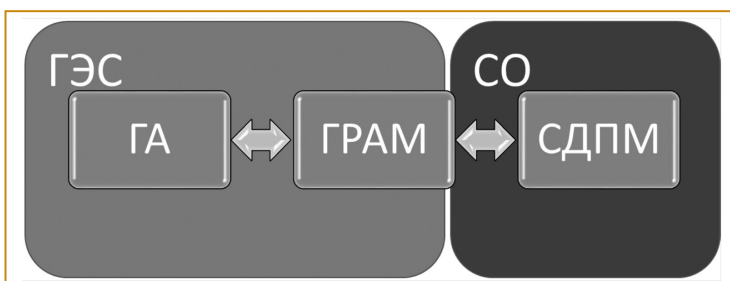


Рис. 1. Схема информационного обмена систем САУ ГА, ГРАМ, СДПМ



Рис. 2. Сравнение традиционного подхода проектирования с подходом на основе имитационных моделей

Подход с виртуальной пусконаладкой предполагает этап разработки имитационной модели сразу за этапом проектирования. Таким образом в ходе разработки программного обеспечения сразу производится его тестирование, что в итоге сокращает время наладки (рис. 2). Виртуальная пусконаладка позволяет без реального процесса оттестировать до 90% функциональности системы, при этом разработка алгоритмов ведется уже не в слепую по бумажным спецификациям, тестирование осуществляется не умозрительно с абстрактными константами и переменными ТП, а визуально — на имитационной модели.

Подход виртуальной пусконаладки предоставляет следующие значительные преимущества:

- сокращает время пусконаладки, снижает время простоя основного оборудования;
- снижает риски за счет раннего тестирования;
- повышает качество программного обеспечения систем автоматизации;
- создает платформу для обучения эксплуатирующего и оперативного персонала объекта.

Выбор платформы имитационного моделирования

Вариантов построения имитационной модели достаточно много:

- 1) в среде моделирования общего назначения (например, AnyLogic и др.);
- 2) в качестве программного дополнения SCADA-системы;
- 3) в качестве программного дополнения ПЛК САУ;
- 4) имитировать работу ПЛК САУ (например, в Siemens — PLCSim), модель же реализовать любым способом;
- 5) в специализированной среде имитационного моделирования для задач систем автоматизации, способ-

ной имитировать распределенную периферию в реальном времени контроллера системы автоматизации.

Большинство из представленных вариантов обладает следующими недостатками:

1) выбранный инструментарий плохо подходит для решения задач моделирования АСУТП: либо нельзя симитировать поведение системы управления, либо есть сложности с описанием ТП, его поведения в реальном времени, либо нельзя проверить коммуникации в системе;

2) и самое главное — многие подходы предполагают внесение изменений в управляющие системы. Возникает справедливый вопрос: а не будет ли система управления без функций моделирования работать лучше? Не сделали ли изменения, предназначенные для имитации ТП, хуже систему по каким-то характеристикам: быстродействие, сложность, производительность, гибкость и т.д.?

Компания Сименс предлагает уникальную мощную систему имитационного моделирования SIMIT Simulation Platform, свободную от указанных недостатков. Модель реализуется на отдельной станции и в режиме реального времени предоставляет данные по шине полевого уровня в реальный контроллер САУ. При этом для алгоритмов контроллера не известно — работает он с реальной периферией или с модельной, уровень диспетчерского управления также подключается к контроллеру, как и в реальной системе, то есть не требует никаких изменений. Таким образом имитация системы автоматизации максимально приближена к реальной структуре.

В группе компаний “СМС-Автоматизация” ведутся разработки моделей ТП на основе SIMIT Simulation Platform с 2012 г. За это время накопилась значительная база имитационных примитивов (модели задвижек, насосов, агрегатов, процессов транспортировки жидкостей, и прочего), реализованы десятки видов моделей различных производств, которые позволили построить необходимую модель произвольного САУ ГА и ГРАМ за 2 нед., достаточную для комплексного тестирования всей функциональности обновленной системы без необходимости выезда на объект (рис. 3).

Значительную часть системы ГРАМ занимают промышленные коммуникации, тестирование особенностей которых непосредственно на объекте может занять непредсказуемо много времени, а кроме того, может потребовать вывод из эксплуатации системы управления. Для минимизации рисков были использованы программные библиотеки СМС-КомКон, реализующие множество промышленных протоколов, таких как Modbus (RTU, RTU over TCP, TCP, клиент/сервер), IEC60870-5-101/104 (клиент/сервер/балансный, включая IEC101 через TCP), TimestampedPushProtocol, SNMP

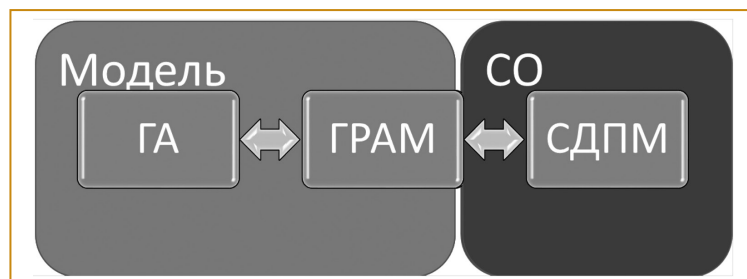


Рис. 3. Схема информационного обмена на основе моделей ГА и ГРАМ

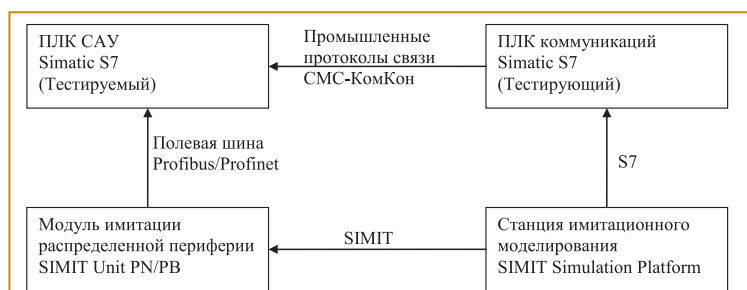


Рис. 4. Схема имитационного стенда

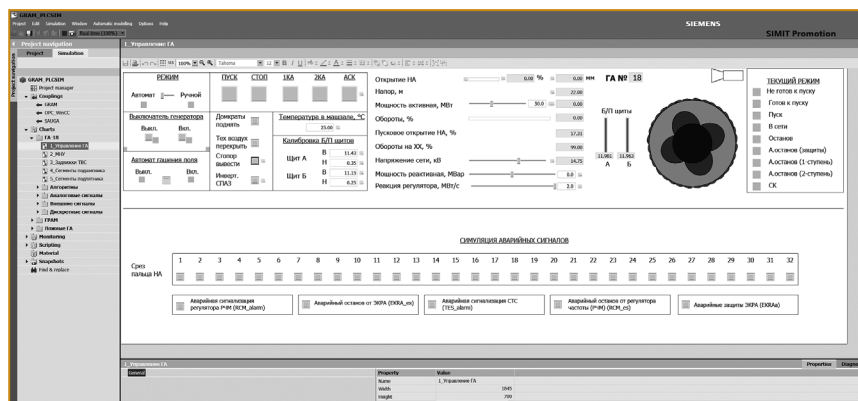


Рис. 5. Среда имитационного моделирования SIMIT с открытой моделью ГА в режиме исполнения

и др. ПО СМС-КомКон включено в реестр российского программного обеспечения и может быть использовано в проектах автоматизации для импортозамещения. На основе серии библиотек СМС-КомКон и моделей SIMIT был создан имитационный стенд, позволяющий тестировать как коммуникационные, так и функциональные компоненты системы (рис. 4).

Стенд включает:

- два ПЛК: один, полностью идентичный реальной системе (тестируемый), другой для имитации коммуникационных функций (тестирующий);
- модуль имитации распределенной периферии, связанный с тестируемым ПЛК;
- станцию имитационного моделирования, имитирующую параметры ТП и реагирующую на команды управления, взаимодействующую с контроллером САУ посредством ПЛК коммуникаций (тестирующего) и модуля имитации распределенной периферии.

Станция имитационного моделирования реализует функции имитации систем ГРАМ и САУ ГА, причем тип агрегатов и их число гибко настраиваются, без необходимости перепрограммирования. Среда разработки имитационной модели с фрагментом модели ГА в режиме исполнения приведена на рис. 5.

Виталий Евгеньевич Захарченко — канд. техн. наук, начальник отдела программирования ООО НВФ "Сенсоры. Модули. Системы".
 Контактный телефон +7 (846) 993-83-83 (1310).
 E-mail: vitaliy.zakharchenko@sms-a.ru
<http://смс.рф/>

Представленный подход позволил в течение года реализовать пять идентичных проектов для ГЭС с агрегатами разных типов и числом агрегатов 2...24 ед. Самые скромные оценки позволяют оценить снижение длительности командировок до 50%, при этом без выезда на объект можно проверить до 90% всех функций системы.

Более активное использование имитационных моделей при разработке программного обеспечения систем автоматизации позволит: тренировать персонал, снижать риски нештатных ситуаций, повышать

качество продукции и программного обеспечения, сокращать сроки пусконаладочных работ и простоя оборудования. Преимущество имитационных моделей — это несравнимая с основным оборудованием меньшая стоимость, возможность многократного повторения любых, даже аварийных или быстротекущих процессов. Для изучения возможностей платформы имитационного моделирования SIMIT можно воспользоваться курсами "Института промышленной автоматизации" (http://ipa.sms-automation.ru/training/courses/details/description.htm?id_k=257).

Список литературы

1. Захарченко В.Е., Сидоров А.А. О цифровизации гидроэлектростанций // Автоматизация в промышленности. 2019. №1. с.19–23.
2. Zakharchenko V.E. The model of joint control system for HPP featuring the function of active power distribution in proportional equality of control ranges // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Vol. 1111. Number 1.
3. Захарченко В. Е., Сидоров А. А. Влияние функции распределения активной мощности на эффективность ГЭС//Автоматизация в промышленности. 2018. № 1.
4. Щавелев Д.С. Гидроэнергетические установки (гидроэлектростанции, насосные станции и гидроаккумулирующие электростанции). Л. 1981.