

## “СОЛНЕЧНАЯ” SCADA

С.И. Попов (АО «Хоневелл»)

*Рассматриваются проблемы управления и повышения эффективности генерации электростанциями на солнечной энергии. Обсуждается применение систем сбора данных и супервизорного управления (SCADA) в качестве одного из главных инструментов повышения эффективности генерирующих активов, распределенных на больших территориях. Рассматриваются различные варианты использования SCADA-системы, в том числе возможность ее развертывания в облаке и предоставления как услуги (SaaS), а также преимущества, реализуемые энергооператорами при таком подходе.*

*Ключевые слова: солнечная энергетика, энергоэффективность, системы сбора данных и супервизорного управления (SCADA), облачные технологии, кибербезопасность, Software-as-a-Service (SaaS).*

### Введение

Несмотря на то, что проблема энергоэффективности уже продолжительное время находится в фокусе внимания во все мире, спрос на доступную электроэнергию продолжает расти. Энергетика на возобновляемых источниках за последние 20 лет показала экспоненциальный рост [1–3]. Эффективность производства такой электроэнергии постепенно растет, а издержки снижаются, и в некоторых случаях солнечная и ветровая электроэнергия становятся дешевле, чем угольная, газовая или ядерная. Конечно, это верно только в тех случаях, когда обещанные показатели эффективности оправдываются в реальности.

Важно учитывать также, что объекты генерации на возобновляемых источниках или отдельные активы часто распределены по большим территориям и подвержены суровым условиям эксплуатации. Поддержка непрерывного функционирования часто становится проблемой.

Энергетические компании часто владеют или эксплуатируют несколько генерирующих объектов на базе энергии солнца или ветра. Инвесторы первоначально рассматривали такие объекты, как достаточно простой и привлекательный бизнес, рассчитывая, что бесплатное “топливо” (солнце и ветер) будут давать долговременную и хорошую прибыль. Однако они быстро обнаружили, что производительность и, соответственно, отдача стремительно падают, когда объекты остаются без внимания и работают сами по себе. Это привело к появлению сервисных компаний, которые взяли на себя ведущую роль в управлении такими активами. Нуждаясь в информации, они обратили свое внимание на системы SCADA для мониторинга производительности и уведомления о нештатных ситуациях [4].

Анализ производительности стал наиболее важным для оптимизации производства и, соответственно, финансовых результатов, а дистанционный мониторинг все более необходимым для обеспечения высокой производительности, минимизации простоев и обнаружения отказов на все жизненном цикле предприятия. Это также играет большую роль для понимания стоимости активов в случае смены собственника.

Владельцы и операторы теперь имеют возможность пользоваться Internet для получения больших объемов данных с целью повышения безопасности,

надежности и эффективности. Использование современных SCADA решений и облачных технологий может улучшить видение бизнеса и повысить гибкость, снимая часть проблем, связанных с эксплуатацией и обслуживанием оборудования.

### Задачи SCADA-систем в солнечной энергетике

Эксплуатация солнечных электростанций сопряжена с рядом проблем. Во-первых, они занимают большие земельные участки, часто расположенные в отдаленных районах в сельской местности. Во-вторых, условия окружающей среды могут быть достаточно жесткими, создающими риски повреждения оборудования.

Для соответствия станции ожиданиям с точки зрения эффективности генерации жизненно необходимой становится система мониторинга производительности, которая даст возможность осуществлять предиктивное обслуживание или быстро реагировать на незапланированные события.

Особенность солнечной генерации в том, что электроэнергия может вырабатываться только в светлое время суток, и это накладывает на операторов таких активов дополнительную нагрузку по обеспечению готовности трекеров, панелей, инверторов, трансформаторов, а также подстанций среднего и высокового напряжения к работе к моменту восхода солнца. Кроме этого, существует возможность потери эффективности панелей из-за природных явлений, таких как снег, обледенение, загрязнение и даже пожары.

Важно понимать, что SCADA-система — это инструмент оператора для локализации объекта или компонента в нем, который требует внимания и определения, какие инструменты или запчасти могут потребоваться. Солнечная электростанция промышленного масштаба содержит сотни тысяч подключенных устройств, распределенных по большим территориям (для производства 100 МВт используются порядка 280 тыс. солнечных панелей). В случае возникновения проблемы обычно на объект, который часто находится в нескольких часах езды, отправляется сервисный персонал, и локализация проблемы часто напоминает поиск иголки в стоге сена. Очевидно, что для мониторинга больших генерирующих активов нужна централизованная система, которая должна собирать информацию от датчиков, генерировать аварийно-предупредительные сообще-

ния, а также сохранять в хранилище информацию для анализа и построения отчетов.

Однако даже такая система может не справиться с объемом данных передаваемых устройствами, что может помешать быстрому обнаружению и устранению проблем.

#### Требования к SCADA-системам в возобновляемой энергетике

В настоящее время для операторов электросетей более чем когда-либо актуально требование точно балансировать спрос и выработку электроэнергии. Реализация технологий SCADA стала стандартной практикой для солнечных электростанций, и эти системы являются основным инструментом для анализа операционной эффективности, выявления проблем и реагировании на постоянно изменяющиеся нагрузки [5].

SCADA-системы обеспечивают централизованный мониторинг, а также дистанционное управление распределенными генерирующими активами. Они не только позволяют анализировать текущее состояние объектов, но и обеспечивают возможность своевременной диспетчеризации ресурсов, необходимых для стабильной и эффективной работы.

Современные SCADA-системы обладают следующей функциональностью:

- сбор данных и супервизорное управление в реальном времени;
- визуализация информации (человеко-машинный интерфейс);
- управление локальной и удаленной аварийно-предупредительной сигнализацией;
- конфигурируемая пользователем система безопасности;
- сбор и анализ исторических данных;
- доступ удаленных пользователей;
- всесторонняя системная диагностика для быстрого устранения неисправностей;
- открытый коммуникационный интерфейс с использованием стандартных промышленных протоколов.

Применение SCADA-систем для управления электростанциями на возобновляемых источниках энергии обычно ограничивается площадками, подключенными к распределительным сетям через подстанции. Такие решения позволяют реализовать реагирование активов на команды от электростанции для обеспечения необходимого уровня напряжения и частоты. Когда оператор сети требует сокращения генерации, центральный контроллер дает каждому инвертору на площадке сигнал на сокращение генерируемой мощности.

Удаленный мониторинг при помощи SCADA-систем охватывает такое оборудование, как треки солнечных панелей, оптимизаторы, инвертеры, трансформаторы, релейные защиты и выключатели, счетчики электроэнергии и другие важные активы. Данные от этого оборудования поступают в SCADA-систему напрямую или через контроллер телемеханики (RTU) и затем визуализируются на экранах операторов и используются для формирования уве-

домлений и сигнализации относящихся к работе оборудования. Такой подход позволяет решать проблемы дистанционно либо локально с привлечением местного специалиста.

Современные решения SCADA помогают операторам солнечных и ветровых электростанций решать большое число проблем дистанционно. Например, загружать микропрограммы или изменять положение солнечных батарей на площадке в случае сильного ветра или снегопада, в качестве средства резервирования запрограммированных автоматических настроек.

Эти решения также можно использовать для реализации систем контроля доступа и видеонаблюдения.

#### Развитие облачных технологий

Традиционный подход при реализации SCADA заключался во владении продуктом, развертывании его на площадке заказчика и требует наличия выделенного обслуживающего персонала, что сопряжено с высокими капитальными и операционными затратами.

Эти затраты включают расходы на ИТ-оборудование и программное обеспечение, а также физическую и ИТ-инфраструктуру, обновление ПО и оборудования, а также кибербезопасность. Такой подход не обладает гибкостью и задействует средства, которые могли бы быть более эффективно использованы для других задач.

Производители электроэнергии из возобновляемых источников отмечают, что поддержание и обновление SCADA-систем — это достаточно утомительная деятельность, отнимающая много времени. Менее опытные пользователи сталкиваются с реальными проблемами и часто подрывают системного интегратора для такого рода работ.

Для оказания помощи компаниям в преодолении этих трудностей ведущие вендоры средств автоматизации переносят SCADA решения в облачный хостинг с применением наилучших технологий кибербезопасности [6, 7].

Облачное решение SCADA предлагается как услуга, что отражено в популярной аббревиатуре SaaS (Software-as-a-Service). Вместо установки SCADA-системы на локальных компьютерах вся система и ее данные устанавливаются и поддерживаются в облаке, которое фактически представляет собой ЦОД (центр обработки данных), то есть специализированное предприятие, оснащенное высоконадежными системами энергоснабжения и кондиционирования воздуха и имеющее высокоскоростной доступ к Internet. Доступ к данным из пользовательских сетей осуществляется с использованием существующих методов подключения для передачи данных компаниями. При желании заказчика SCADA-решения могут продолжать работать на его площадках или использоваться в гибридных конфигурациях.

Немногие пользователи SCADA-систем вообще заметят разницу между облачным решением и обычным способом развертывания и эксплуатации. Большин-

ство систем телеметрии уже сейчас используют сети Wide Area Networks (WAN), которые де-факто также работают на базе магистральных сетей и инфраструктуры облачного провайдера и пользуются удаленными ЦОД для хостинга серверов. Разница только в том, кто управляет серверами. Большинство корпоративных ИТ-отделов были бы рады, если бы им удалось освободиться от ответственности за круглосуточную поддержку производственной деятельности.

Корпорация Honeywell предложила свой вариант гибкой SCADA-системы, развернутой на площадке или в облаке, а также комбинацию таких систем на обоих уровнях для создания интегрированного решения для мониторинга и управления. Решение основывается на проверенном и стандартизированном программном обеспечении SCADA, которое может быть адаптировано под специфические потребности

заказчика. Пользователи могут собирать данные с различных площадок и сравнивать между собой их производительность, а также анализировать тенденции. Данные подвергаются продвинутому анализу для прогнозирования необходимости обслуживания, оптимизации сервиса и ремонта, сокращения выездов в поле и предотвращения незапланированных простоев.

Например, в США предписания плана North American Electric Reliability Corporation Critical Infrastructure Protection (NERC-CIP) касаются вопросов безопасности, связанных с подключением критических объектов генерации к Internet. Эти предписания разработаны для предотвращения манипуляции сетями со стороны хакеров. Уникальное гибридное решение Honeywell позволяет выполнить эти предписания за счет установки SCADA на больших объектах и совмещения их с облачными реализациями

для менее критичных объектов. Данные со всех объектов можно собрать в едином центре для мониторинга производства и работоспособности всех генерирующих активов заказчика.

Компания Honeywell в 2017 г. представила систему Experion Elevate (рис. 1) как SCADA-решение реального времени, использующее облачную инфраструктуру и поставляемую как масштабируемый сервис по подписке, сокращающий необходимость в оборудовании, размещаемом на объекте, а также в поддержке. Такое решение обеспечивает предсказуемость расходов, непрерывность поддержки и постоянную актуальность версии. Облачный хостинг позволяет Honeywell эффективно использовать свои глобальные инженерные и сервисные ресурсы. На рис. 1 показана схема взаимодействия системы SCADA, развернутой в облаке и обычной системы, развернутой на производственной площадке.

При необходимости есть возможность привлечь требуемые ресурсы прямо через их “рабочий стол”, а не искать доступных людей поблизости от места

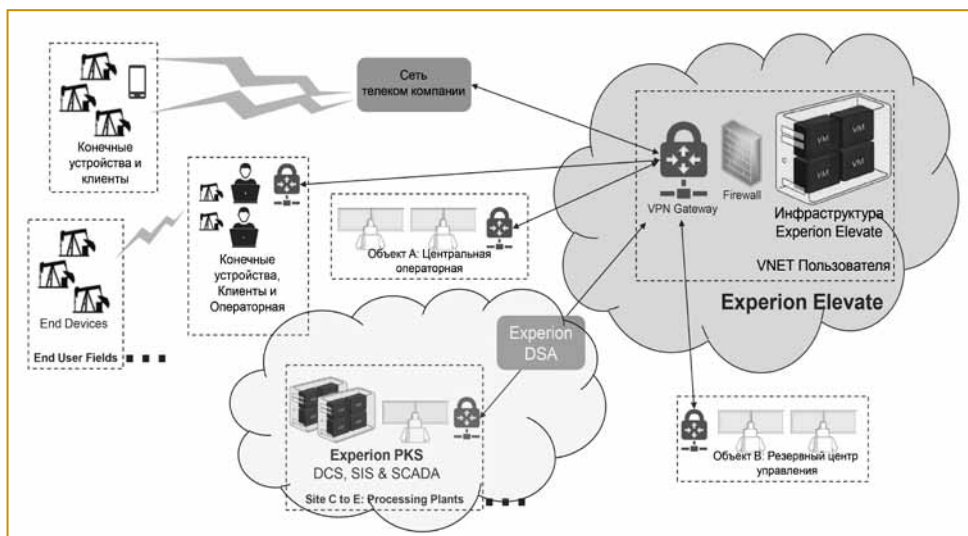


Рис. 1. SCADA Experion Elevate: гибридное решение (облако и локальная система)

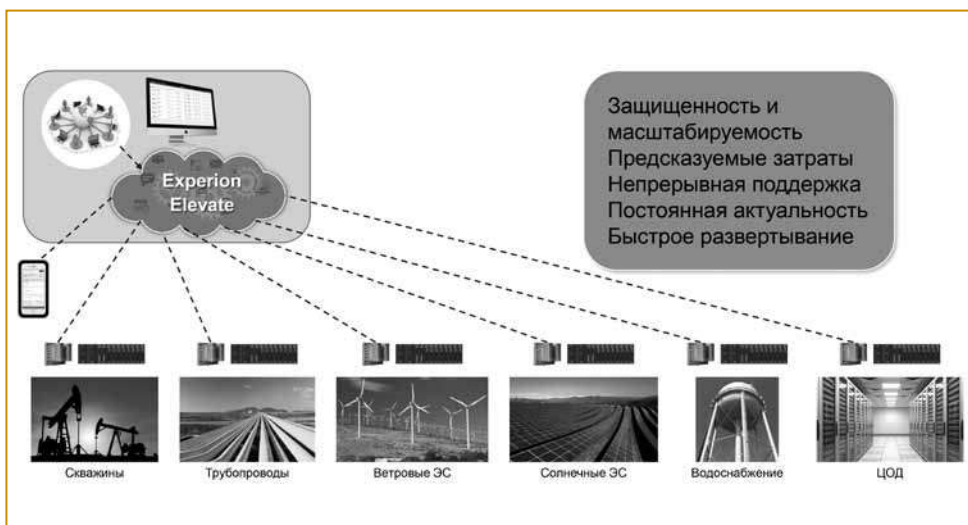


Рис. 2. SCADA Experion Elevate: преимущества для пользователей в разных отраслях

возникновения проблемы. В этом значительное преимущество по сравнению с традиционным подходом, при котором команда поддержки не видит реальную ситуацию и ей зачастую необходимо выезжать на объект, чтобы разобраться с проблемой, что увеличивает расходы и сроки ее решения.

Exregion Elevate позволяет владельцам или операторам солнечных электростанций повышать надежность преобразования солнечной энергии в электрическую, одновременно сокращая издержки. Это решение также позволяет им эксплуатировать и обслуживать активы более эффективно, делая производство электроэнергии из энергии солнца более экономичной альтернативой. SCADA-система тесно интегрируется со всеми ключевыми компонентами и подсистемами электростанции, подключенной к распределительной сети. Она собирает данные реального времени для формирования ключевых показателей эффективности (КПЭ) для оценки работы предприятия.

Описанное решение особенно хорошо подходит для создания удаленных диспетчерских центров для централизованного управления распределенными активами и поддержания их максимальной производительности. Помимо обеспечения максимальной прозрачности информации такое решение позволяет уменьшить расходы за счет сокращения числа персонала, работающего на удаленных площадках. На рис. 2 показаны основные преимущества, предоставляемые пользователям в различных отраслях промышленности.

Типовая система мониторинга солнечной электростанции включает модем для сотовой связи и один или более контроллеров телемеханики (RTU). Все устройства, которые необходимо отслеживать, подключаются к RTU, который используется в качестве коммуникационного шлюза, обеспечивающего надежную связь. Он поддерживает различные протоколы обмена данными для передачи аналоговых и дискретных сигналов с объекта, а также цифровых данных в формате Modbus RS-485 и Ethernet.

Контроллер Honeywell ControlEdge™ RTU поддерживает языки программирования в соответствии со стандартом IEC 61131-3 для реализации локальных алгоритмов управления, фильтрации сигналов и аналитики, если это целесообразно для снижения стоимости передачи данных.

Вся информация, собираемая в RTU, далее передается при помощи сотовых, спутниковых или других каналов связи, обеспечивающих подключение к сети Internet, в облачный центр обработки данных. Для дальнейшей фильтрации данных часто используется протокол DNP3, дискретные сигналы передаются только по изменению, а аналоговые сигналы можно сконфигурировать таким образом, что они будут передаваться только в случае, если они изменяются



Рис.3. ControlEdge RTU – Edge-контроллер

на определенную, заданную величину. На пример, можно сконфигурировать передачу сигнала, только если он меняется на величину  $> 1\%$ . Такая простая фильтрация позволяет сократить стоимость передачи более чем в 100 раз.

RTU сохраняет собранную информацию даже в случае пропадания связи по сотовой сети, используя механизм сохранения и передачи и 32 Гб встроенной памяти. В случае пропадания связи информация будет записываться на SD-карту памяти. После восстановления связи пропущенная информация будет автоматически восполнена в центральном сервере.

#### **Заключение. Преимущества для операторов солнечных электростанций**

Благодаря современным инновационным решениям SCADA операторы генерирующих активов на возобновляемых источниках энергии могут получить прозрачный доступ к данным, аварийным сообщениям, уставкам процесса, системам видеонаблюдения, системам контроля доступа и другим важным функциям, чтобы более эффективно эксплуатировать свои активы на ежедневной основе.

Они также получают доступ к историческим данным и инструментам для расширенного анализа данных о производительности и эффективности работы.

Современные SCADA технологии помогают генерирующим компаниям:

- собрать всю информацию в едином защищенном хранилище;
- использовать расширенную аналитику данных для обнаружения проблем и поиска способов повышения производительности;
- предоставлять информацию любому авторизованному сотруднику в компании.

Собирая производственные данные в удаленном диспетчерском центре, владельцы объектов солнечной генерации получают возможности для более гибкого использования персонала и обеспечение последовательного представления информации на всем предприятии.

*Некоторые художники изображают солнце жёлтым пятном, другие же превращают жёлтое пятно в солнце.*  
Пабло Пикассо

Сотрудники могут легко визуализировать данные и определять зоны, где есть возможности повысить финансовые результаты деятельности.

Облачные технологии позволяют использовать самое последнее программное обеспечение без проблем, связанных с его обслуживанием и поддержкой. Кроме того, снижается стоимость «входа» за счет сокращения первоначальных вложений, более быстрого развертывания проекта и сокращения расходов на обслуживание.

Вне зависимости от того, предпочтет ли генерирующая компания традиционное, облачное или комбинированное решение, ведущие вендоры систем автоматизации могут предложить гибкие варианты, удовлетворяющие их потребностям. Имея доказанный опыт как в традиционной, так и в альтернативной энергетике они могут поставить полностью интегрированное SCADA-решение, включая инжиниринг, интеграцию различных компонентов, телекоммуникации, а также управление и реализацию проектов.

*Попов Сергей Игоревич — менеджер по маркетингу в России и СНГ АО «Хоневелл».  
E-mail: sergey.popov@honeywell.com*

#### Список литературы

1. Renewables 2018. Market analysis and forecast from 2018 to 2023. IEA International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/renewables2018/> (дата обращения 17.05.2019 г.).
2. Хазова В. Н. Особенности развития энергии возобновляемых источников на российском энергетическом рынке // Теоретическая и прикладная экономика. — 2019. — № 2. — С. 24-36. DOI: 10.25136/2409-8647.2019.2.29781 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=29781](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=29781).
3. Investigating the Economic Value of Flexible Solar Power Plant Operation. Energy and Environmental Economics, Inc., 2018. <https://www.ethree.com/wp-content/uploads/2018/10/Investigating-the-Economic-Value-of-Flexible-Solar-Power-Plant-Operation.pdf>.
4. Кангин В. В., Ямолдинов Д. Н., Кангин М. В. Разработка SCADA-систем. Учебное пособие. Издательство: Инфра-Инженерия, 2019.
5. Wood B. Advanced SCADA functionality helps solar operators manage the future, Solar Power World. <https://www.solarpowerworldonline.com/2019/08/advanced-scada-functionality-solar-trimark/>
6. Gupta M.S. Elevating SCADA to the Cloud, ARC Advisory Group. <https://www.arcweb.com/blog/elevating-scada-cloud>.
7. Velagapalli, A. and Ramkumar, M. (2018) A Security Architecture for SCADA Systems. Journal of Information Security, 9, 100-132. <https://doi.org/10.4236/jis.2018.91009>.

#### Платформа ABBYY Timeline научилась ставить задачи для роботов и анализировать процессы без «цифровых следов»

Компания ABBYY, мировой разработчик решений в области интеллектуальной обработки информации и анализа бизнес-процессов, расширяет возможности платформы ABBYY Timeline. Технология Task Mining в составе решения позволяет автоматически выявлять повторяющиеся действия в рамках любых бизнес-процессов: в бухгалтерии и логистике, в клиентском обслуживании и поддержке и т. д. Новая функциональность поможет компаниям проанализировать, каким образом пользователи выполняют задачи, стоит ли их автоматизировать и как это повлияет на процесс в целом.

Аналитики Gartner назвали главным технологическим трендом 2020 г. гиперавтоматизацию — сочетание машинного обучения, традиционных программ и роботов в рутинных задачах бизнеса. При этом по данным Deloitte, в России почти половина компаний (48%) испытывают трудности при выборе бизнес-процесса для роботизации. Число задач, доступных для автоматизации, увеличивается. Но для подготовки к проектам нужны современные решения, которые позволят более точно изучать, анализировать, измерять результаты и преобразовывать процессы. Один из таких инструментов — Task Mining. Технология собирает информацию о действиях пользователей во время работы с корпоративными приложениями. На основе этих обезличенных данных можно выявлять закономерности, объединять типовые последовательности в конкретные шаги бизнес-процессов и принимать решения о дальнейшей автоматизации или реорганизации бизнес-процесса.

Подготовка бизнес-процесса к автоматизации — комплексная задача, в которой могут участвовать сотрудники, консалтинговые компании, ИТ-интеграторы и разработчики решений. Важная и новая особенность Task Mining в том, что правильно

сложить все элементы в «головоломке» цифровой трансформации можно намного быстрее. С помощью этой технологии данные о процессе обрабатываются не вручную, а автоматически и в реальном времени, прямо во время работы сотрудников. Подобная «живая» аналитика дает более точные результаты, помогает компаниям определиться, что действительно стоит автоматизировать, а в каких процессах это не имеет смысла.

ABBYY Timeline — интеллектуальная платформа для анализа и эффективного управления бизнес-процессами. Одним из конкурентных преимуществ решения аналитики Gartner считают возможность *давать наглядное представление о процессе на всех стадиях, включая самые сложные этапы с высоким уровнем вариативности и большим объемом информации.*

#### Преимущества Task Mining в составе платформы ABBYY Timeline

- *Подготовка к внедрению RPA.* Task Mining помогает определить, какие повторяющиеся задачи занимают больше всего времени и подходят для роботизации.
- *Обогащение данных для анализа.* Технология позволяет собрать логи о реальных этапах бизнес-процесса даже в том случае, если в информационных системах отсутствуют их цифровые следы.
- *Понимание бизнес-процессов на всех уровнях* — как на уровне компании, так и на уровне сотрудников. Благодаря этому можно реализовывать масштабные технологические проекты с прогнозируемым результатом.
- *Простота масштабирования.* Task Mining легко установить на устройства большого числа пользователей, чтобы изучать все возможные варианты выполнения тех или иных задач, сохраняя полную защиту конфиденциальных данных.

[Http://www.abbyy.com](http://www.abbyy.com)