

НОВЫЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ GE INTELLIGENT PLATFORMS

С.И. Трошин, М.Б. Резников (ООО "Индасофт")

Представлена линейка новых продуктов GE Intelligent Platforms – Proficy Troubleshooter и Proficy Cause+. Это мощный аналитический инструментарий уровня АСУТП для прогнозирования нештатных ситуаций и повышения оперативности реагирования на них. Области применения этих продуктов продемонстрированы на примере ТП станции аэрации.

Ключевые слова: аналитика, прогнозирование, оперативность реагирования, интеллектуальный анализ данных.

С ранних лет каждый человек стремится построить в своем сознании общую непротиворечивую устойчивую картину мира. Эти знания помогают ему ориентироваться в постоянно меняющейся действительности и принимать решения. С такой точки зрения жизнедеятельность человека можно сравнить со сложной системой управления, базирующейся на модели реальности – представлении человека об этой реальности. И чем точнее эта модель, тем шире возможности прогнозирования, тем успешнее человек справляется с возникающими задачами и проблемами.

В настоящее время в науке и технике наблюдается устойчивая тенденция использования аналогий в принципах работы механизмов и компьютерных программ с человеческим интеллектом. Программное обеспечение становится все более интеллектуальным. Это позволяет совмещать вычислительные мощности компьютера с возможностями человеческого мозга проводить глубокий анализ данных и выявлять сложные закономерности. Использование интеллектуальных технологий значительно усиливает конкурентные преимущества решений, и поэтому они становятся все более востребованными в различных отраслях.

В частности, в сфере управления ТП сейчас активно применяются системы с прогнозированием и управление на основе статистических данных.

Подходы для построения упомянутых систем в каждом случае уникальны, но их объединяют общие требования к оценке рассматриваемых проблем управления, глубокому пониманию конкретного ТП и рациональное использование передовых технологий. Данные принципы не противоречат общенаучному базису "Цель-Средства-Результат", отражающему основные черты любой деятельности.

В эту парадигму необходимо добавить элемент, без которого любая система управления (СУ) является несостоятельной – обратную связь (анализ результатов управления) (рис. 1).

Применение современных подходов интеллектуального анализа данных ("обратная связь" в контуре управления) – актуальная задача для разработчиков ПО. Это касается и построения моделей и статистического анализа данных для решения проблем управления производственными и технологическими процессами.

Новые аналитические инструменты

Цель данной статьи – представить новые возможности построения эффективных систем управления на основе анализа данных.

*Нет ничего тайного, что не сделалось бы явным;
и ничего не бывает потаенного,
что не вышло бы наружу.
Марк. 4:22*

Речь пойдет о линейке новых продуктов GE IP (Proficy Troubleshooter, Proficy Cause+). Это мощный аналитический инструментарий уровня АСУТП для прогнозирования нештатных ситуаций и повышения оперативности реагирования на них.

Данное ПО позволяет успешно решать задачи оптимизации ТП (для производств непрерывного и дискретного типов), своевременно предоставляя сведения об отклонениях ключевых параметров от номинальных значений. Удобные инструменты подготовки и фильтрации данных, их визуализации и предварительного анализа для определения взаимосвязей между параметрами позволяют повысить достоверность создаваемых моделей процессов. Построенные модели с помощью специального конструктора преобразуются в различные on-line приложения: автоматические советчики, системы тревог и предупреждений, виртуальные анализаторы, системы мониторинга и т.д. Пользователями приложений на базе данного программного продукта являются операторы, инженеры-технологи, ИТ-специалисты и руководители производства.

В настоящее время компания GE Intelligent Platforms, широко известная как поставщик ПО для построения АСУТП (HMI/SCADA Proficy iFIX, Proficy Simplicity, архив производственной и технологической информации Proficy Historian, портал оперативной информации Proficy RTiP) развивает линейку продуктов для создания систем оперативного управления производством. Для предприятия, успешно автоматизировавшего ТП и осознающего необходимость в автоматизации управления производственными процессами, открываются широкие воз-

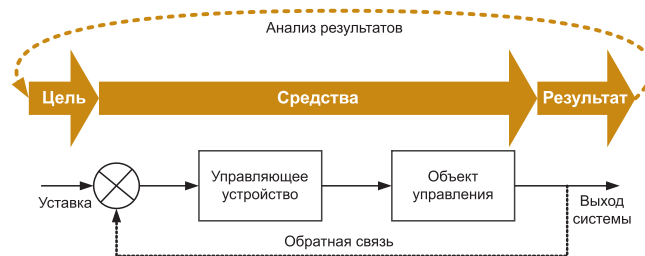


Рис. 1. Аналогия между принципами построения СУ и общим базисом "Цель-Средства-Результат"

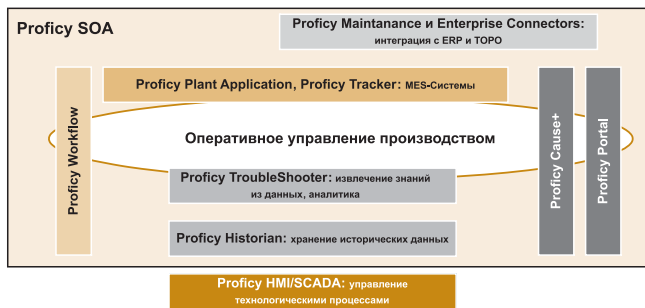


Рис. 2. Линейка продуктов GE IP для оперативного управления производством

возможности по повышению качества продукции и получению дополнительных прибылей. Proficy Troubleshooter, Proficy Cause+, Proficy SPC являются ключевыми элементами комплексной системы управления производством, предназначенными для повышения ее аналитического потенциала.

На рис. 2 представлена общая концепция ПО линейки Proficy. Данная схема дает представление о том, что Proficy Troubleshooter является основой для создания систем оперативного управления производством, позволяя принимать оптимальные решения, извлекая знания из исторических данных. Таким образом, предоставляется возможность:

- с помощью простых средств визуализации эмпирической и аналитической информации глубже понимать характер ТП;
- обнаруживать проблемы и отклонения в процессах;
- выявлять закономерности процессов на основе исторических данных Historian;
- идентифицировать случаи выпуска бракованных партий продукции;
- определять взаимосвязи между параметрами процессов;
- реализовывать сценарии "что-если" для анализа влияния различных параметров на интересующие показатели.

Принципы работы

Proficy Troubleshooter – off-line приложение, позволяющее осуществлять первичную обработку "сырых" данных, выявлять взаимосвязи между параметрами процессов, строить сложные многомерные модели. С помощью специального блочного алгоритмического языка модели встраиваются в схемы аналитической обработки данных РВ, поступающих от процесса. На их основе реализуются on-line решения, встраиваемые в контур автоматизированной системы управления или информационной системы для повышения качества ключевых параметров процесса и улучшения характеристик производимой продукции.

Proficy Cause+ – on-line приложение, которое на основе данных прогнозных моделей Proficy Troubleshooter формирует наборы ключевых показателей производства и простых правил для поддержки

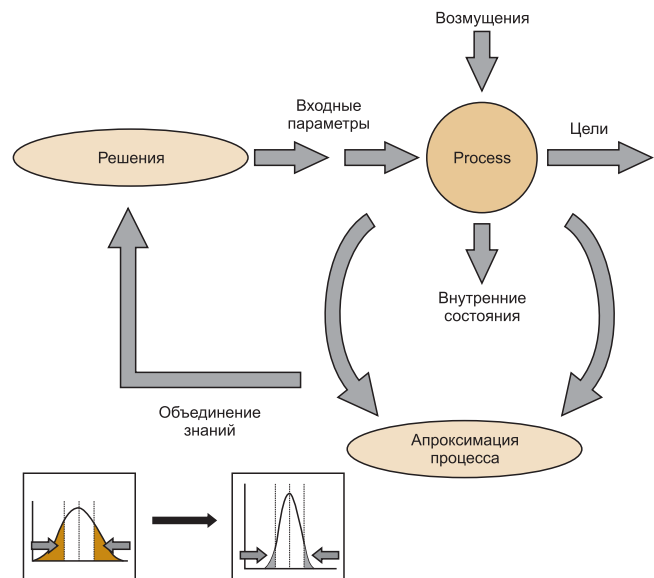


Рис. 3. Методология создания решения

принятия решений оперативным персоналом в режиме РВ посредством компонентов, интегрированных в HMI/SCADA решения.

Proficy SPC – off-line приложение, обеспечивающее аналитическую поддержку контроля ТП для инженерного и оперативного персонала посредством отслеживания статистических характеристик ключевых показателей производства (KPI) и выдачи специализированных отчетов в соответствии с принципами методологии "Шесть Сигм" с целью обнаружения отклонений от нормальных режимов.

Как Proficy Cause+, так и Proficy SPC тесно связаны с решениями Proficy Troubleshooter – ключевым компонентом линейки аналитических инструментов GE IP.

С целью унификации действий специалистов и минимизации времени, затрачиваемого на проектирование решения, Proficy Troubleshooter предлагает стандартную методологию, состоящую из семи шагов-действий (рис. 3): подготовка данных; визуализация данных; построение модели; извлечение знаний; оценка улучшений; агрегация знаний; создание решений.

Важно отметить, что все перечисленные действия выполняются в интерфейсе "визардов", которые разработаны для периодического (дискретного) и непрерывного типов производств.

На этапе подготовки данных формирование наборов данных осуществляется из различных источников информации: БД временных рядов (Historian), реляционных БД (RDBMS), текстовых файлов с разделителями (*.csv), OPC HDA – серверов и т.п. Таким образом, приложение является универсальным с точки зрения источников получаемой информации и позволяет работать с любыми имеющимися на производстве историческими данными и оперативными системами. Кроме того, в случае необходимости "сырые" данные могут быть отфильтрованы, сконверти-

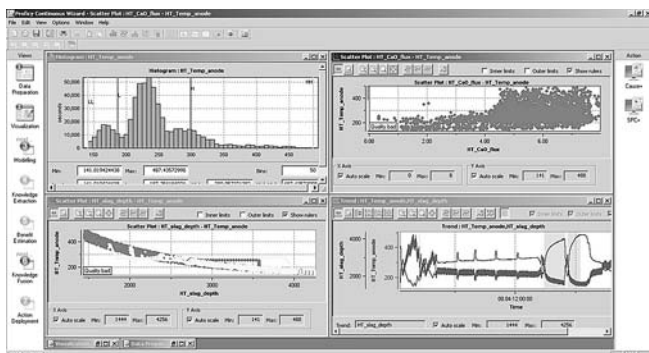


Рис. 4. Визуализация данных на этапе извлечения знаний

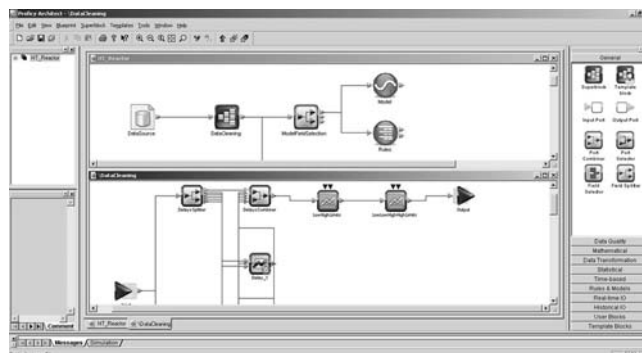


Рис. 5. Приложение Architect. Алгоритмическая схема

рованы в определенные форматы или же специальным образом обработаны в программном коде. Важно отметить, что эти действия выполняются один раз и сохраняются в виде проекта "визарда", который впоследствии может быть имплементирован в решения конкретной задачи. Для дискретных процессов подготовка данных имеет свою специфику. Целью данного этапа для периодических производств является определение последовательности стадий производства партии продукции.

Прежде чем переходить к построению модели, необходимо визуально проанализировать полученные данные. Для этих целей в Proficy Troubleshooter предусмотрен набор инструментов: тренды, гистограммы, диаграммы рассеяния, матрица корреляционных коэффициентов, статистические характеристики распределения. В интерфейсе программы реализована техника "подсвечивания" областей, позволяющая, например, выделить из общего набора данных только интересующие режимы работы агрегата по тренду или только данные конкретного интервала распределения по гистограмме. На этом этапе из общего числа данных выделяются те, которые представляют наибольший интерес для построения модели. Для периодических процессов соответствующий "визард" предлагает специальные возможности для визуализации данных.

Построение модели для непрерывного процесса заключается в классификации параметров по четырем категориям: входные данные, возмущения, внутренние состояния и, наконец, ключевой параметр процесса для оптимизации или прогнозирования которого и строится модель. Программа самостоятельно создает две модели: нелинейную многомерную непараметрическую модель взаимосвязей между всеми участвующими в решении задачи параметрами и модель правил, которые на основе принципов нечеткой логики определяют, какие значения может принимать целевой параметр при условии нахождения входных переменных процесса в границах определенных диапазонов.

В случае периодического процесса суть моделирования сводится к выделению так называемой "золотой партии" продукции и определения с помощью специальных техник (метод главных компонент, проекция на латентные структуры (PLS), анализ деревь-

ев решений) причин отклонения других партий от эталонного образца.

После того, как создана модель, можно определить насколько успешно она "натренирована" и при необходимости скорректировать ее, уточнив данные на этапе их подготовки, и затем перейти к этапу извлечения знаний (рис. 4). Данный инструмент позволяет увидеть, какой из входных параметров в каждый момент времени является наиболее значимым при вычислении моделью целевого параметра. Также на этом этапе проводится анализ "что-если": поочередно задавая желаемые границы изменения входных параметров, контролируются изменения выходного параметра процесса. Результатом проведенного анализа является подтверждение состоятельности построенной модели и адекватности воспроизводимых ею зависимостей между параметрами процесса.

После того, как модель проверена на непротиворечивость, согласно методологии Proficy Troubleshooter, проводится оценка улучшений, то есть, задав желаемые характеристики распределения целевого параметра, на основе данных модели можно получить рекомендуемые границы, в пределах которых должны находиться входные параметры для достижения необходимых показателей качества анализируемого процесса.

Следующий этап — агрегация знаний позволяет осуществлять тонкую подстройку ранее созданной модели на основе совмещения в едином решении результатов моделирования и уникальных знаний специалистов о процессе.

Последний этап — создание проекта решения и его экспорт в блок-схему (рис. 5). Проект решения в Proficy Troubleshooter представляет собой блочное описание процесса подготовки данных и готовые блоки "натренированных" моделей. Эта схема экспортируется в программный компонент Architect, использующий блочный подход в построении алгоритмов (во многом схожий с решениями MathWorks Simulink и LabView). Architect имеет набор встроенных блоков для получения данных из различных источников, их обработки и передачи результатов анализа информации в смежные компоненты: другие продукты линейки Proficy, OPC-сервера, БД. Кроме того, данный ин-

Получить и проанализировать данные	Понять и интерпретировать информацию	Предпринять действия
Представление информации в понятном для операторов виде Анализ событий и тревог, связанных с процессом, продукцией или оборудованием	Определить причины и отбросить несущественную информацию Использовать статистические модели для предсказательной аналитики и определения причинно-следственных связей	Создать «он-лайн» решение на основе данных о процессе с использованием предсказательной аналитики Зафиксировать выполненные действия и поделиться полученным знанием

Рис. 6. Функции решений с аналитическими возможностями

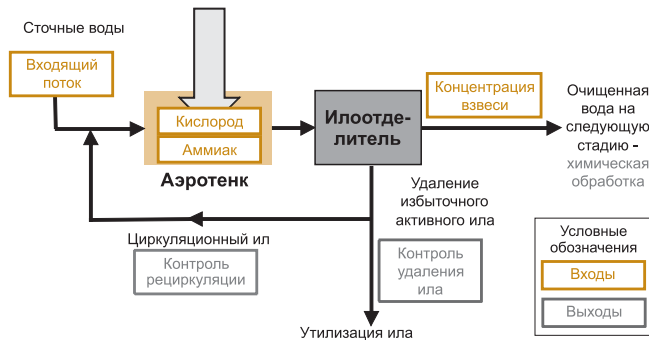


Рис. 7. Упрощенная схема работы станции аэрации

струмент позволяет создавать собственные блоки на основе компонентов программного кода, что придает создаваемым решениям значительную гибкость.

Реализованная схема обработки данных может быть интегрирована в общий контур АСУ или информационной системы в виде on-line решения. При этом используется Action Object Manager, обеспечивающий работу соответствующего сервиса. В частности, одним из вариантов реализации решения РВ для аналитической поддержки работы оперативного персонала является Proficy Cause+, который, с одной стороны, является одним из блоков алгоритмического языка Architect, а с другой — имеет компоненты ("динамо") для встраивания в мнемосхемы SCADA/HMI систем.

Ценность и примеры использования

Необходимость в создании и использовании новых аналитических инструментов продиктована общей тенденцией возрастания роли оперативного персонала. Современные передовые производства, стремясь уменьшить издержки за счет сокращения штата, возлагают на каждого работника широкий круг обязанностей. Такой подход требует от специалиста обработки все большего объема информации и эффективного взаимодействия с другими участниками процесса управления производством. Новые аналитические инструменты создаются в соответствии с актуальными потребностями производства.

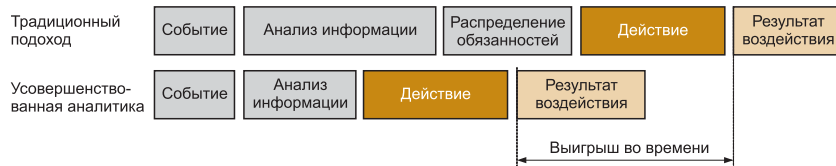


Рис. 8. Подходы к организации оперативного управления производством

Оперативный персонал должен иметь возможность идентифицировать, приоритезировать и решать все возникающие проблемы. В связи с этим возникает необходимость в широком спектре программных инструментов для работы с информацией, включая и ее оперативный анализ.

Грамотно подобранный инструментарий позволяет быстро и интуитивно понятно извлекать из информации ценные знания при принятии решений для повышения эффективности процессов и в случае возникновения непредвиденных обстоятельств (рис. 6).

Системы тревог, исторические тренды, предсказательная аналитика позволяют оператору сосредоточиться на решении проблем, а не на их поиске, тем самым увеличивая ценность информации о процессе, что в итоге приводит к повышению продуктивности производства.

В этом плане линейка продуктов Proficy Troubleshooter, Proficy Cause+, Proficy SPC совместно с другими решениями GE IP в части управления технологическими (Proficy iFIX, Proficy Historian, Proficy RTiP) и производственными процессами (Proficy Workflow, Proficy Plant Applications) является законченным решением, закрывающим полный спектр задач по оперативному управлению производством.

Предоставляемые Proficy Troubleshooter возможности глубокого анализа данных нашли широкое применение в различных отраслях промышленности: водоснабжение/водоотведение; энергетика (генерация и распределение); нефтепереработка; добыча металлов и минералов; химическое производство; производство продуктов питания, напитков и потребительских товаров; стекольная промышленность; фармакология.

В данных отраслях Proficy Troubleshooter помогает справляться с такими задачами, как:

- выяснение причин отклонений ключевых показателей производства и качества производимой продукции от нормальных значений;
- выявление причин чрезмерных расходов на ремонт и эксплуатацию различных типов оборудования;
- выяснение причин загрязнения окружающей среды и формирование рекомендаций по снижению выбросов;
- создание программных датчиков для параметров, которые невозможно измерить или измеряются слишком редко;
- реализация интеллектуальных тревожных сообщений, помогающих оператору при принятии решения;

определение "плохих" этапов при производстве партий продукции в периодическом производстве.

Важно отметить, что программные решения на базе Proficy Troubleshooter

нашли широкое применение в области водоснабжения и водоотведения.

Рассмотрим ТП, протекающий на станции аэрации, упрощенная схема которого представлена на рис. 7.

Для данного ТП возможны следующие варианты использования рассмотренных программных продуктов:

1) построение программного датчика для параметров, которые измеряются редко, но важны для ведения режима, например, концентрация взвеси в илоотделителе;

2) моделирование выходных параметров, которые могут быть использованы для реализации подходов усовершенствованного управления с использованием контуров управления с обратными связями.

На рис. 8 приведено сравнение времени, затрачиваемого оперативным персоналом на возникающие в ходе работы события, при традиционном подходе к управлению и при применении средств усовершенствованного управления. Подход, реализованный в инструментах Proficy, позволяет значительно сократить объем информации, предоставляемый персоналу для анализа, и минимизировать время, затрачиваемое на разрешение возникшей проблемы.

Таким образом, результатом использования усовершенствованных алгоритмов управления является повышение качества продукции, сокращение издержек производства и, в конечном счете, достижение высокой эффективности производственной деятельности.

Трошин Сергей Игоревич – руководитель проекта,

Резников Михаил Борисович – канд. физ.-мат. наук, ведущий специалист компании Индусофт.

Контактный телефон (495) 336-94-74.

E-mail: Sergey.Troshin@indusoft.ru mikhail.reznikov@indusoft.ru

ПО BENTLEY ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ВОДОПОДГОТОВКИ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ

М.С. Орешин (ЗАО "Амрита")

Представлено ПО для промышленного, архитектурно-строительного проектирования и геоинформатики компании Bentley Systems. Рассмотрены модули, позволяющие решать задачи автоматизации проектирования в области водоснабжения и водоотведения. Приведен пример проекта создания полномасштабной гидравлической модели системы водоотведения г. Перми.

Ключевые слова: проектирование, автоматизация, гидравлическое моделирование и анализ, водоснабжение, водоотведение, канализация.

Компания Bentley Systems (США), основанная в 1984 г., является одним из мировых лидеров в производстве ПО для промышленного, архитектурно-строительного проектирования и геоинформатики. Свыше 300 тыс. специалистов из 22 тыс. организаций по всему миру используют решения Bentley при проектировании, сооружении и эксплуатации заводов, аэропортов, железнодорожных вокзалов, дорог, стадионов и других крупных объектов промышленного и гражданского назначения.

Каждое решение состоит из интегрированных приложений и служб, построенных на открытой платформе, и предусматривает поток информации между технологическими процессами и членами команды проекта, обеспечивающий совместимость и совместную работу.

Базовый продукт компании – САПР Bentley MicroStation. При помощи комплексного набора легких в использовании и гибких инструментов MicroStation помогает улучшить методы проектирования, моделирования, визуализации, документирования и картографирования для проектов любых видов и масштабов.

Далее в статье речь пойдет о ПО для решения задач проектирования в области автоматизации водоснабжения и водоотведения. Двадцать ведущих проектных институтов, работающих в сфере водоснабжения и водоотведения и вошедших в международный

рейтинг ENR (Международное рейтинговое агентство Engineering News Record (ENR), осуществляющее анализ деятельности инжиниринговых и строительных компаний во всех странах мира), используют решения Bentley. Полностью интегрированные решения Bentley для водоснабжения и канализации могут быть использованы для составления карт и управления данными, совместной работы и обмена информацией, моделирования и анализа гидросистем, работы с проектно-конструкторской документацией, осуществления авторского надзора, а также при эксплуатации и обслуживании.

Принципиальным отличием программных продуктов Bentley в большей степени является их ценность для самых разных целевых аудиторий.

Во-первых, это отражение базовых потребностей как владельца объекта, так и рядового инженера, обслуживающего системы водоснабжения. Речь идет о функциях, позволяющих как заниматься гидравлическим моделированием и анализом, так и составлять проектно-конструкторскую документацию, то есть решать задачи любого порядка.

Во-вторых, функциональная совместимость: можно работать со всей линейкой совместимых продуктов и приложениями других разработчиков, например, ArcGIS, AutoCAD и MicroStation. Таким образом, повышается ценность капиталовложений в технологии и обучение.