# Визуализация технологических операций — новое направление в повышении качества

**На многих предприятиях изготовление сложной наукоемкой продукции происходит не постоянно, а только по заказам. Время от времени, получив заказ на такую продукцию, технологические отделы и сами производственные участки начинают в срочном порядке необходимую работу. Это подбор и размножение конструкторской и технологической документации, объем которой может достигать нескольких толстых томов, написание технологических процессов, определение персонала, который должен заниматься уникальными технологическими операциями, и т. д. Наши западные да и восточные конкуренты эту проблему успешно решили уже давно, применяя систему визуализации выполнения технологических операций.**

**Павел Агафонов**
**Дмитрий Ублинский**

okp1@ostec-group.ru

Как показывает практика, внедрение на российских предприятиях подобного импортного программного обеспечения оказывается неэффективным. Требуется его адаптация с учетом специфики задач производства, оперативная техническая поддержка, высокая гибкость и модульность. В статье рассмотрена отечественная система визуализации технологических операций, разработанная подразделением Группы компаний Остек — ЗАО «Остек-Инжиниринг».

Когда речь идет о визуализации технологического процесса, под этим обычно понимают отображение текущей информации о состоянии оборудования и ходе производства в виде графического интерфейса, отражающего мнемосхему происходящих производственных процессов. Это, безусловно, важная часть автоматизированной информационной системы. Мы же в этой статье затронем другую, не менее важную область автоматизации производства — систему для визуализации действий, которые должен выполнять работник на своем рабочем месте.

При выполнении сложных технологических операций необходимо точно следовать технологии, утвержденной в документации на изделие, применять указанные комплектующие и материалы. А если это единичное или мелкосерийное производство, либо это эпизодические или неритмично приходящие заказы на уже освоенную продукцию, либо персонал только начинает осваивать новое сложное изделие? Тогда актуальной становится задача быстрого переключения работника на изготовление нового (или уже забытого старого) изделия.

Возникает вопрос: как в этом случае обеспечить требуемые сроки изготовления продукции и качественный результат?

Для решения этой проблемы различные зарубежные компании применяют свои собственные разработки, суть которых сводится к использованию специальных автоматизированных рабочих мест. Эти рабочие места оснащаются компьютерами, лазерными указателями, интеллектуальными контейнерами, сканерами и другим сложным специальным оборудованием, а также соответствующим программным обеспечением, которое интегрируется с глобальной системой управления производством. Получается довольно громоздкое и дорогое решение, которое трудно адаптировать к условиям производства в России.

Другой подход, реализуемый в настоящий момент и за рубежом, и в нашей стране, — создание демонстрационных видеороликов, отснятых с натуры или использующих 3D-моделирование и анимацию. При очевидной простоте восприятия такого «пособия» видеоролик обладает рядом существенных недостатков, таких как:

- Высокая трудоемкость создания и редактирования.
- Необходимость использовать квалифицированных сотрудников и приобретать дорогостоящее программное обеспечение.
- Невозможность при воспроизведении быстро находить нужный фрагмент и переходить на его просмотр.
- Сам ролик (и его фрагменты) никак не связаны с электронным технологическим маршрутом, поэтому невозможно фиксировать выполнение отдельных операций и контролировать идентичность изготавливаемого изделия и используемого видеоролика.

Очевидно, что пока задача визуализации находится в начальной стадии решения, оно должно быть сбалансировано по функциональности и цене. Специалисты нашей компании разработали уникальную систему визуализации технологических операций, которая позволяет «провести» исполнителя операции по всем ее особенностям, представляя вспомогательную информацию максимально наглядно. Можно сказать, что созданная система реализует механизм презентации для описания производственных операций. При этом в базовой конфигурации она не требует никакого дополнительного оборудования и программного обеспечения, кроме персонального компьютера с операционной системой.

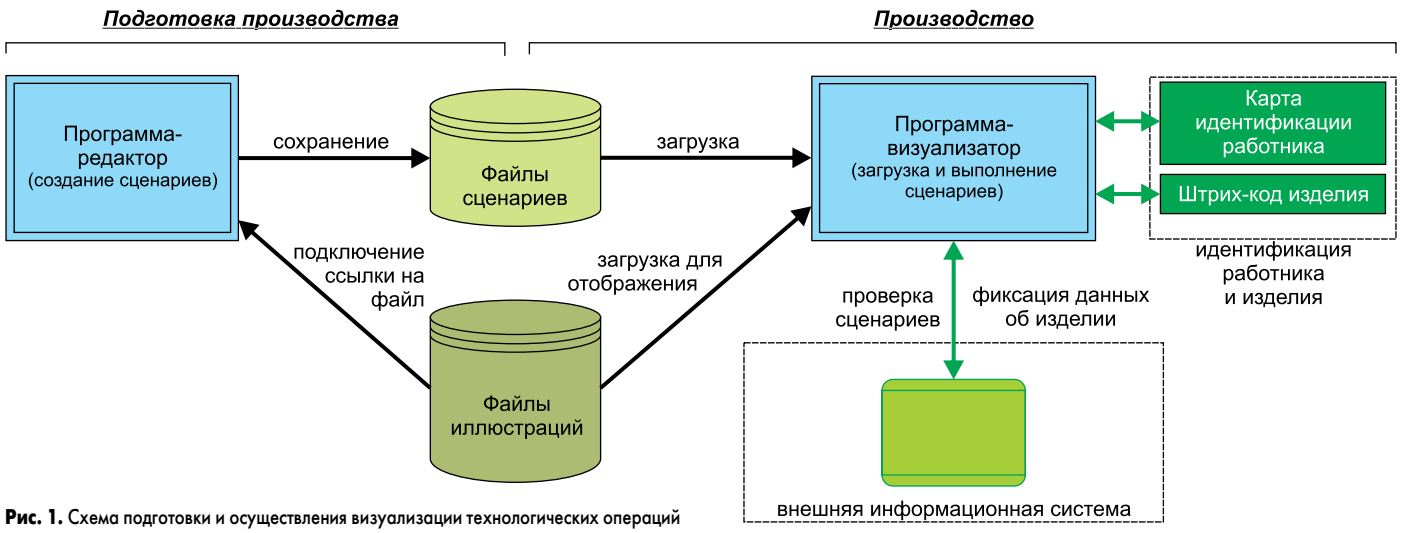


**Рис. 1.** Схема подготовки и осуществления визуализации технологических операций

## Техническая реализация

Основу этой системы составляет программное обеспечение (ПО) WorkExplorer. Оно состоит собственно из программы-визуализатора, которая устанавливается на рабочем месте и выполняет отображение сценария технологической операции в соответствии с установленной последовательностью действий, и программы, редактора сценария, которая используется при подготовке производства и устанавливается только на рабочем месте технолога.

Общая схема визуализации показана на рис. 1. Предполагается, что перед началом создания сценария сам технологический процесс уже разработан.

Сначала, исходя из технологического процесса, определяются операции, которые должны быть визуализированы. Затем формируется список операций и переходов в порядке их выполнения. Для каждого перехода создается поясняющий текст. Далее определяется содержание каждой иллюстрации, и готовятся файлы, которые будут использованы в качестве иллюстраций. На завершающем этапе с помощью программы-редактора файлы иллюстраций и тексты описаний включаются в сценарий.

Затем по компьютерной сети файл сценария передается на рабочие места, где у каждого работника установлен экземпляр программы-визуализатора. Во время работы программа-визуализатор загружает этот сценарий и подключает к нему необходимые файлы иллюстраций и поясняющие тексты. Если используется интеграция с информационной системой управления производством (об этом ниже), подключаются компоненты идентификации изделий и работников (на рисунке показаны зеленым цветом).

В простейшем варианте применения программа-визуализатор устанавливается на обычный компьютер рабочего места. При этом работник может легко и быстро увидеть пошаговую инструкцию по выполнению выбранной операции, здесь же в нужный момент ему будут предоставлены требования к материалам, инструменту, необходимые пояснения, спецификации, эскизы, схемы, чертежи — все, что технолог посчитает нужным внести в сценарий.

В более продвинутой (но и более дорогой) реализации системы используется сенсорный монитор, который позволяет работать с ПО без применения клавиатуры и мыши. Все действия работник совершает через виртуальные кнопки на экране монитора. Кроме того, возможно применение малогабаритного системного блока компьютера и закрепление монитора на кронштейне над поверхностью рабочего стола (рис. 2). Все это позволяет полностью освободить пространство рабочего стола для производственных нужд.

В максимальной конфигурации к компьютеру рабочего места добавляются сканер штрих-кодов фирмы COGNEX и считыватель бесконтактных карт работников, а ПО конфигурируется на связь с информационной системой управления производством. Работник, помимо получения подробных инструкций, имеет возможность идентифицировать изделие и фиксировать выполнение каждой операции. Эти действия осуществляются в полном соответствии с технологическим маршрутом, который заложен в информационной системе управления производством. Такая конфигурация позволяет реализовать основные моменты системы прослеживаемости производства с формированием базы данных по изделиям. При возникновении затруднений работник может одним нажатием экранной кнопки вызвать (используя связь по локальной вычислительной сети) к своему рабочему месту производственного мастера.

**Рис. 2.** Пример закрепления сенсорного монитора на поворотном кронштейне

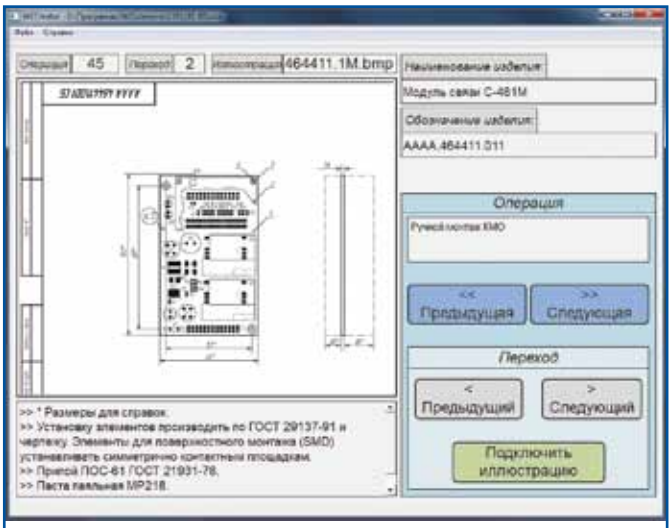


**Рис. 3.** Рабочее окно программы-редактора сценария

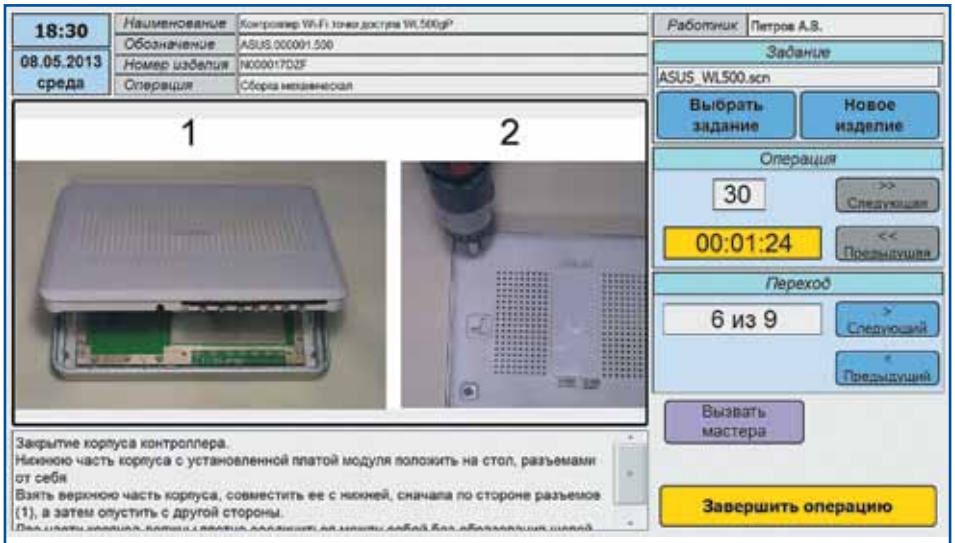


**Рис. 4.** Экран монитора с программой-визуализатором

Одним из полнофункциональных вариантов подключения к информационной системе может быть использование связи с сервером системы «Омега-Остек», которая реализует электронный производственный и технический документооборот и механизм прослеживаемости в производстве. В настоящее время наша компания по просьбе клиентов прорабатывает программное решение для интеграции ПО WorkExplorer с имеющейся на предприятии информационной системой на основе платформы 1 С.

Рабочее окно программы-редактора изображено на рис. 3. Для выполнения программы достаточно обыкновенного компьютера офисного класса, работающего под управлением операционной системы Windows. Программа несложна в использовании и может быть быстро освоена работником инженерной квалификации для подготовки сценариев для каждой технологической операции. В один сценарий можно включить несколько технологических операций. Программа позволяет задать названия и номера операций/переходов в соответствии с имеющимся технологическим процессом на изделие, снабдить каждый переход (по терминологии программы — кадр) текстовым описанием и иллюстрацией. (Это может быть любой графический электронный документ — чертеж, схема, фотография и т. п.) Подготовленную последовательность (сценарий) можно просмотреть в этой же программе и сохранить в виде файла в памяти компьютера. Реализация экранных кнопок также позволяет просматривать сценарий на мониторе с сенсорным экраном.

Внешний вид окна программы-визуализатора приведен на рис. 4. С помощью экранной кнопки «Выбрать задание» оператор начинает работу с указанным ему заданием, следуя по назначенным операциям (экранные кнопки «Следующая/Предыдущая операция») и переходам внутри (экранные кнопки «Следующий/Предыдущий переход»). Бóльшую часть экрана занимает иллюстрация и описание текущего перехода, что позволяет видеть содержимое «подсказок» и на некотором расстоянии от экрана.

При работе ПО WorkExplorer совместно с информационной системой на экране появляется дополнительная информация о работнике (полученная по номеру идентификационной карты из базы данных) и изделии (полученная по штрих-коду изделия). Кроме того, можно отметить начало и окончание выполняемой операции и, в случае необходимости, вызвать мастера (экранные кнопки в нижнем правом углу). С началом операции в окошке «Операция» включается таймер, показывающий продолжительность ее выполнения.

Решение на основе ПО WorkExplorer может быть использовано в производстве для:

- обеспечения качества при производстве сложной мелкосерийной и многономенклатурной продукции;
- обеспечения механизма прослеживаемости в производственном процессе;
- обучения работников выполнению конкретных технологических операций при освоении новых изделий;
- обучения новых работников технологическим приемам, используемым на данном производстве.

Описываемое решение оптимально использовать для технологических операций следующего типа: монтажные, сборочные, контрольные, ремонтные.

## Замена или дополнение технологической документации?

Согласно государственным стандартам технологические операции должны выполняться в строгом соответствии с разработанной технологической документацией. Задача соблюдения этого соответствия лежит в основе технологической дисциплины, которая, в свою очередь, является важнейшим фактором достижения качественных показателей в производстве. Поэтому при правильно организованном производственном процессе работник перед началом выполнения новой операции обязан изучить технологические документы на нее. Основные из них — операционная карта, карта эскизов и технологическая инструкция — определены ГОСТ 3.1102-81.

Эти документы целиком или частично могут быть включены в сценарий выполнения технологических операций в WorkExplorer и быть постоянно доступны в процессе работы. Кроме того, в сценарий могут быть внесены и необходимые конструкторские документы, и фотографии, иллюстрирующие приемы работы. Конечный и промежуточный результаты можно отобразить в виде фотографий, 2D- или 3D-моделей, полученных из систем автоматизированного проектирования.

Таким образом, предлагаемая система не заменяет собой (и не имеет права заменять!) имеющийся техпроцесс, но позволяет донести его до исполнителя, позволяя во время работы всегда иметь под рукой необходимый документ, что экономит рабочее время.

Кроме того, ни для кого не секрет, что иногда работники недостаточно хорошо знают технологию, потому что просто не хотят перелистывать массу технологических документов и разбираться в них. Это решение позволяет в максимальной степени «доносить» до специалиста все технологические тонкости, на изучение которых у него нет времени. А это уже решение, влияющее на качество подготовки производства и персонала.

Преимущества системы на основе ПО WorkExplorer:

- Возможность применять несколько ступеней визуализации, отличающихся по сложности и стоимости.
- Возможность быстро обеспечивать работника именно той информацией, которая ему необходима в текущий момент.
- Возможность перемещаться вперед-назад по шагам операции (технологическим переходам), останавливаясь на интересующих моментах.
- Минимизация количества бумажных документов на рабочем месте.
- Исключение возможности перепутать изделие и документацию на него при работе со сканером штрих-кода и информационной системой.
- Возможность освоить работу с программой менее чем за час (даже для персонала, не имеющего навыков работы с компьютером) благодаря интуитивно понятному пользовательскому интерфейсу.

## Выводы

Задача визуализации технологических операций востребована и со временем будет иметь огромное значение в производстве. Повсеместное внедрение автоматизированных информационных систем управления производством, которое сейчас активно происходит, позволяет объединить задачи визуализации технологии и фиксации производственных результатов в реальном времени. Результат этого внедрения сможет обеспечить минимизацию производственных ошибок, снижение влияния человеческого фактора в производственном процессе (даже на «чисто» ручных операциях), реализацию прослеживаемости в производстве и совершенствование механизмов оперативного управления производством.