

1.21. ОПИСАНИЕ МОДУЛЕЙ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Цель лекции: изучение модулей программных средств автоматизированной подготовки производства.

В этом разделе будет рассмотрена задача создания производства «с нуля», когда требуется создать цифровую модель производства под типовое изделие с выбором оборудования и компоновкой производственного участка.

Общая задача создания цифровой модели производства электронных средств сложна, объемна и содержит ряд взаимозависимых параметров. Предлагаемый подход предусматривает ее декомпозицию на последовательность частных подзадач, каждая из которых будет решаться с помощью существующего программного модуля. При этом каждый из производственных компонентов жизненного цикла находит свое отражение в единой информационно-управляющей производственной инфраструктуре, что обеспечивает информационную прозрачность, воспроизводимость, управляемость и надежность всей производственной системы в целом.

Для реализации подхода необходима единая среда автоматизированного проектирования, моделирования и подготовки производства, объединяющая приведенные выше модели в едином информационном поле. При выборе конкретной САПР предпочтение следует отдавать системам комплексной поддержки жизненного цикла изделий с максимально бесшовным переходом от набора конструкторских моделей к имитационной модели производства. Анализ рынка САПР и PLM-систем показал, что в качестве такой среды может выступить система от компании Siemens Digital Industries – среда **Tecnomatix**, работающая под управлением PLM-системы **Teamcenter**. Среда Tecnomatix представляет собой совокупность модулей, решающих задачи создания, компоновки, имитационного моделирования и оптимизации производственных участков и цехов, программирования промышленных роботов, трехмерной симуляции производственных процессов, включая работу персонала и т.д. Таким образом, линейка продуктов способна работать как автономно, так и совместно друг с другом для достижения поставленных целей по оптимизации процессов производства, принятия оптимальных решений в максимально сжатые сроки. Такой подход способствует повышению производительности и адаптивности.

Использование программного комплекса Tecnomatix для моделирования промышленного производства помогает достигнуть ряда преимуществ, среди которых можно выделить:

- цифровое моделирование производственных операций;

- создание прозрачного технологического процесса, обеспечивающего прогнозируемость результатов;
- сокращение времени подготовки производства;
- совмещение конструкторского и технологического проектирования;
- гибкое изменение параметров производства, устранение «узких мест».

Инструментарий Tecnomatix базируется на системе управления жизненным циклом изделия Teamcenter, которая объединяет в себе большое количество масштабируемых программных решений. Она позволяет создавать единую базу данных для полноценного взаимодействия всех входящих в нее программных средств. Также эта база данных обеспечивает удаленный доступ для совместной работы в распределенной среде, помогающий оперативно обращаться к информации, изменять, создавать и удалять ее с учетом разграничения прав доступа.

На всех этапах производства, начиная с проектирования и заканчивая выходом изделия с конвейера, Tecnomatix обеспечивает возможность согласования возможностей индустрии и замысла конструкторов. Таким образом, снижается время производства изделия, уменьшаются сроки поставки продукции на рынок и значительно уменьшается себестоимость. Это дает возможность иметь большую конкурентоспособность в условиях современного агрессивного рынка.

Линейка модулей Tecnomatix включает в себя несколько взаимосвязанных продуктов:

- Process Designer,
- Process Simulate,
- Factory CAD,
- Plant Simulation,
- RobotExpert, Robcad;
- Factory Flow,
- Jack и Process Simulate Human,
- UniCam FX и др.

Каждая из этих программ имеет свое предназначение и ряд возможностей, которые будут кратко рассмотрены в лекции применительно к сборочному производству.

Модуль **Process Designer** (рис. 1.161) представляет собой инструмент планирования сборочных процессов, задания последовательности сборки, создания модели производственного участка или линии сборки с учетом вариативности при сборке изделий различной номенклатуры. Возможности модуля:

- моделирование и проверка процессов;
- оценка норм времени и затрат;
- состав технологических линий;

- балансировка линий;
- варианты техпроцесса, управление изменениями.

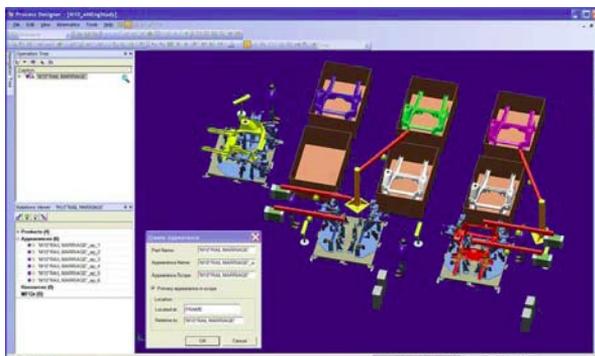


Рис. 1.161. Рабочий вид модуля Process Designer

Модуль **Process Simulate** (рис. 1.162) предназначен для проверки процесса сборки, оценки достижимости и исключения возможных столкновений элементов. Это делает возможным моделирование процесса сборки с использованием инструментов, оборудования и оснастки. Также имеются средства для автоматического создания операционного технологического процесса, построения сечений, разрезов и определения последовательности сборочных операций. Возможности модуля:

- кинематическое 3D-моделирование;
- обнаружение статических и динамических столкновений;
- 2D- и 3D-сечения;
- 3D-измерения;
- определение последовательности операций;
- автоматическое построение и оптимизация траекторий;
- моделирование ресурсов (3D-геометрия и кинематика);
- симуляция производственных линий и постов;
- трехмерная интерактивная документация и электронные рабочие инструкции;
- отображение информации PMI.

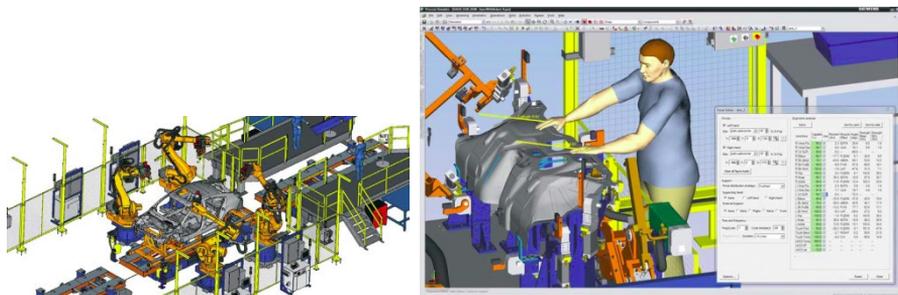


Рис. 1.162. Рабочий вид модуля Process Simulate

Модуль **Factory CAD** (рис. 1.163) – система планирования компоновки производственных помещений, размещения оборудования, оснастки и инструментария, обеспечивающая необходимые средства для детального и интеллектуального моделирования предприятия. Возможности модуля:

- создание собственных моделей оборудования;
- конвейерные, роботизированные объекты;
- просмотр 3D-моделей вне среды 3D САПР;
- библиотеки объектов;
- импорт моделей объектов из сторонних САПР;
- моделирование различных устройств манипулирования объектами.

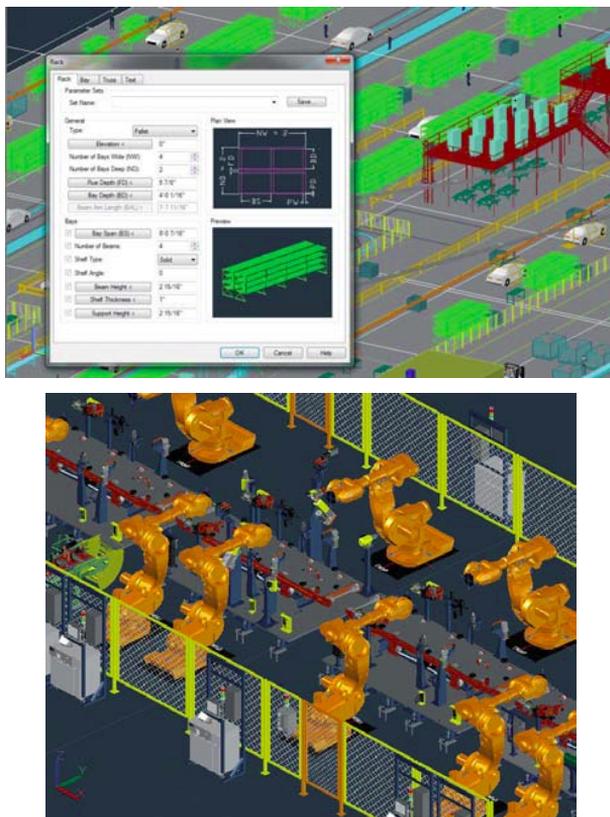


Рис. 1.163. Рабочий вид модуля Factory CAD

Модуль **Plant Simulation** (рис. 1.164, а) – основной инструмент дискретного имитационного моделирования, который позволяет создавать цифровые модели производства для определения и оптимизации его характеристик. На созданных моделях можно проводить эксперименты вида «что, если» и вносить изменения в целях исправления ситуации. Такой подход позволяет принять верные решения при планировании производства и определить значимые действующие факторы задолго до внедрения реальных систем. Модуль обладает набором аналитических инструментов (анализ узких мест, статистические данные и графики, включая коэффициент использования оборудования, времена простоя, обслуживания и ремонта оборудования) для оценки различных сценариев производства. Plant Simulation позволяет проводить моделирование и оптимизацию материалопотоков, логистики и использования ресурсов на всех этапах планирования. Существует возможность как 2D, так и 3D представления моделей.

Модуль снабжен набором аналитических инструментов, направленных на определение и устранение «узких мест» в производстве. Например, оценивается целесообразность разделения оборудования для установки компонентов

на быстрый чип-шутер и гибкий многофункциональный автомат, использования печи пайки оплавления с двойным конвейером, интеграции системы автоматической оптической инспекции в технологическую линию либо использования ее в качестве отдельно стоящего оборудования.

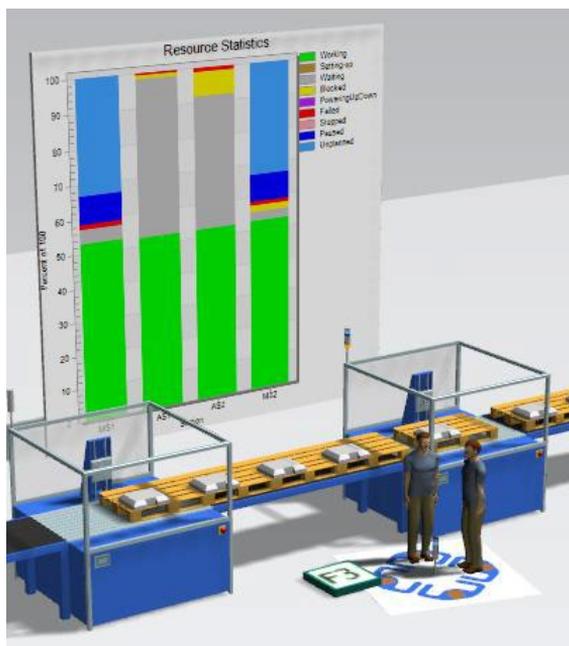
Еще одной важной задачей является внесение изменений в структуру тех-процесса, производственного участка, материальных и людских ресурсов и пр. с последующим анализом отклика производственной системы на эти изменения.

Этот же модуль осуществляет и визуализацию результатов, т.е. подготовку отчетов, статистических данных, графиков и диаграмм, включая коэффициент использования оборудования, времена простоя, обслуживания и ремонта оборудования для оценки различных сценариев производства. При этом такие графики и диаграммы могут интегрироваться непосредственно в 3D-среду для лучшей наглядности (рис. 1.164, б).

Модели комплекса могут формироваться из библиотеки стандартных элементов или с помощью специализированных объектов и инструментов. Каждый объект обладает рядом параметров и может объединяться с другими элементами в сложные структуры с помощью добавления подпрограмм (методов) событий на языке SimTalk, который представляет собой объектно-ориентированный язык программирования, встроенный в среду Plant Simulation и необходимый для описания методов взаимодействия объектов.



a)



б)

Рис. 1.164. Рабочий вид (а) и 3D-диаграмма использования ресурсов оборудования, интегрированная в трехмерную модель производства (б) модуля Plant Simulation

Макет цифрового производства из библиотеки примеров Plant Simulation представлен на рис. 1.165.

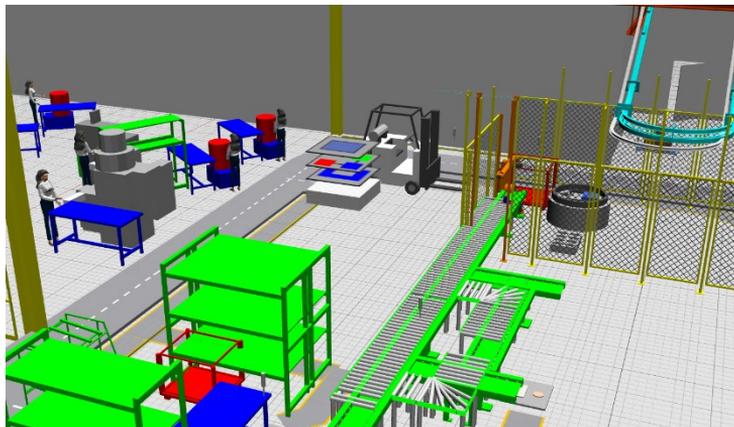


Рис. 1.165. Макет цифрового производства

Модули **RobotExpert** и **Robcad** (рис. 1.166) – программное обеспечение для проектирования, моделирования и оптимизации роботизированных процессов и рабочих ячеек, а также для программирования существующих роботов. В модулях присутствуют инструменты автоматизации для размещения роботов, выбора оборудования, разработки траектории движения и ее оптимизации, подготовки программы и обнаружения столкновений.

Возможности модулей:

- 3D-моделирование кинематики для инструментов и роботов;
- поддержка работы роботов большого количества поставщиков (ABB, Fanuc, Kuka и т. д.);
- динамическое 3D-моделирование роботов;
- обнаружение пересечения траекторий;
- представление в виде диаграммы Ганта;
- программирование автономных промышленных роботов;
- точный расчет времени цикла с помощью реалистичного моделирования роботов;
- возможность загружать программы роботов с производственных площадок;
- трехмерное определение компоновки производственных ячеек;
- точное моделирование и синхронизация работы роботов и вспомогательного оборудования;
- обширная библиотека стандартных моделей роботов и контроллеров;
- инструменты автоматизации для размещения роботов, выбора оборудования, разработки траектории движения и ее оптимизации, подготовки программы и обнаружения столкновений.

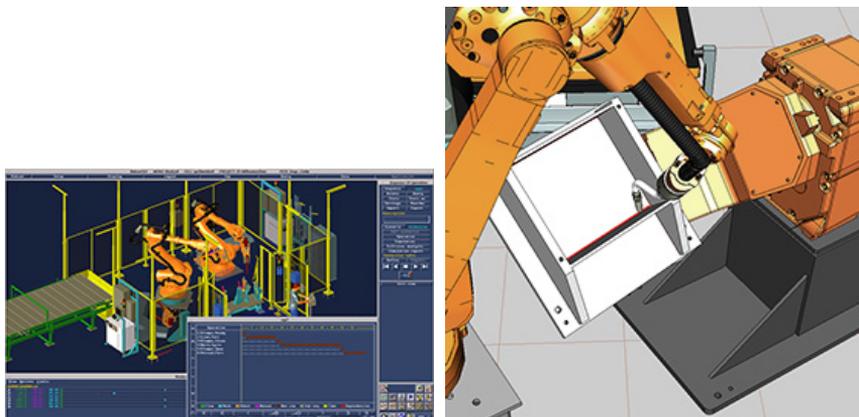


Рис. 4.166. Рабочий вид модулей RobotExpert / Robcad

Модуль **FactoryFLOW** (рис. 1.167) – графическая система, которая позволяет технологам анализировать и оптимизировать компоновку заводских площадей, исходя из распределения, частоты и стоимости материальных потоков. Это дает возможность оценить и оптимизировать расположение оборудования и складских помещений, уменьшить длину маршрутов, сэкономить время и увеличив производительность. Возможности модуля:

- оптимизация материальных потоков и выявление «проблемных участков» производства;
- расчет требований к транспортному оборудованию;
- анализ и проверка путей перемещения операторов;
- построение маршрутов на основе требований к перемещению материалов;
- оптимизация используемой тары и способа складирования.

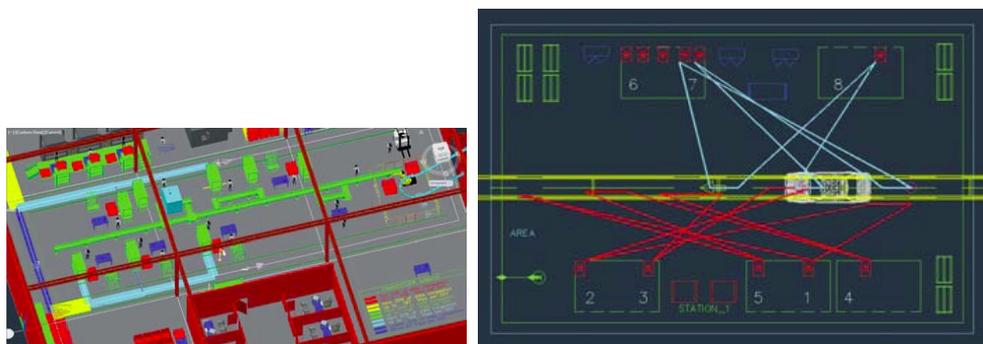


Рис. 1.167. Рабочий вид модуля FactoryFLOW

Модули **Jack** и **Process Simulate Human** (рис. 1.168) предназначены для моделирования ручного труда, как одного из основных ресурсов производ-

ства. Они дают возможность проектировать антропометрически и биометрически точные модели человека, позволяющие анализировать рабочие условия, травмоопасность, комфорт, зону прямой видимости, затраты энергии и учитывать человеческий фактор при проектировании. С помощью этих модулей можно проводить калькуляцию норм времени на сборочных операциях.



Рис. 1.168. Рабочий вид модулей Jack / Process Simulate Human

Среди основных особенностей модуля Jack можно выделить:

- масштабируемые, антропометрически и биометрически точные модели человеческих фигур;
- комплексный набор средств эргономического анализа;
- управление различными вариантами рабочих сценариев;
- анализ угла и поля зрения;
- построение зон достижимости для быстрого анализа организации рабочего места.

Модуль Jack предоставляет несколько инструментов моделирования, среди которых следует выделить генератор сценария работы человека TSB (Task Simulation Builder). Он позволяет использовать команды, которые управляют 3D-моделью человека в виртуальной рабочей обстановке (рис. 1.169). Эта возможность позволяет анимировать модель человека, а также разработать определенные сценарии его рабочего поведения.

Генератор TSB позволяет построить сценарий, подобрав способ выполнения задачи, включая место, где должны стоять манекены, чтобы взять деталь, способ её захвата, поиск кратчайшего пути для переноса и т. д. Функционал симулятора позволяет один раз определить сценарий работы, а затем оценить альтернативы, просто меняя размещение элементов – симулятор подстроит сценарий под изменившуюся обстановку.

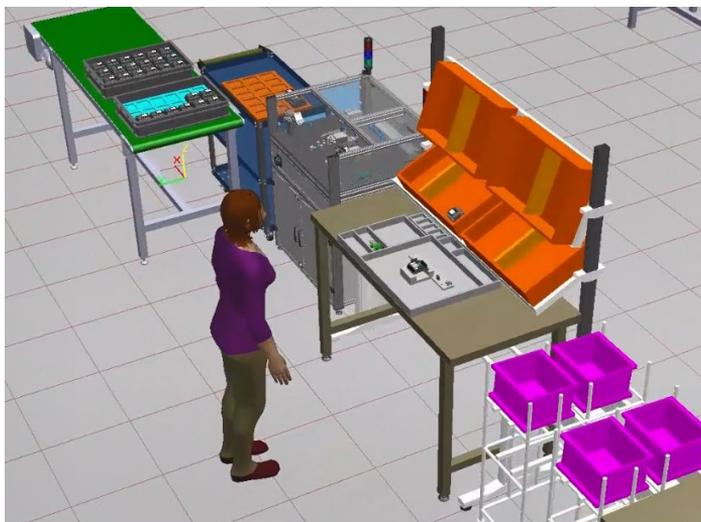


Рис. 1.169. Модели персонала и рабочих объектов в производственной среде

Как только для модели человека была задана определенная последовательность задач, можно протестировать сценарии «что-если». В эти сценарии входят взаимодействие между собой различных человеческих фигур, перемещение объектов в окружающем пространстве, отслеживание их текущего веса. Позы и движения моделируемых субъектов пересчитываются автоматически, чтобы показать обновленную текущую сцену. Система также предоставляет отчеты по эргономичности и оценки времени на основе стандартных временных таблиц, нормирующих время выполнения операций.

Среди прочих инструментов, входящие в пакет Jack, можно выделить Human posturing techniques (позволяет быстро и точно рассчитать и смоделировать осанки человеческих моделей), Smooth skin human modeling (использует деформируемую кожу для визуализации точных антропометрических свойств моделируемого человеческого тела) и Advanced hand modeling.

Advanced hand modeling – инструмент, позволяющий вручную моделировать положение рук человека в пространстве, а также иные их характеристики. Данный инструмент помогает просчитать эргономику и временные характеристики рабочей операции.

Для тонкой настройки интерфейса, различных рабочих сценариев, задания необходимых анализов используется модуль Customization capabilities.

Модуль **UniCam FX** (рис. 1.170) – программное обеспечение для подготовки производства сборок на печатных платах. Оно позволяет составлять управляющие программы сборочного оборудования – например, устройств трафаретной печати, автоматов установки компонентов поверхностного монтажа, автоматической инспекции и т.д., а также генерировать технологическую документацию и инструкции по ручным операциям монтажа.

Test Expert – инструмент проверки конструкции изделия на технологичность с точки зрения операций контроля, который обеспечивает обратную связь для проверки соблюдения правил, автоматическое создание программ и исходных данных для систем контроля, как внутрисхемного, так и оптического.

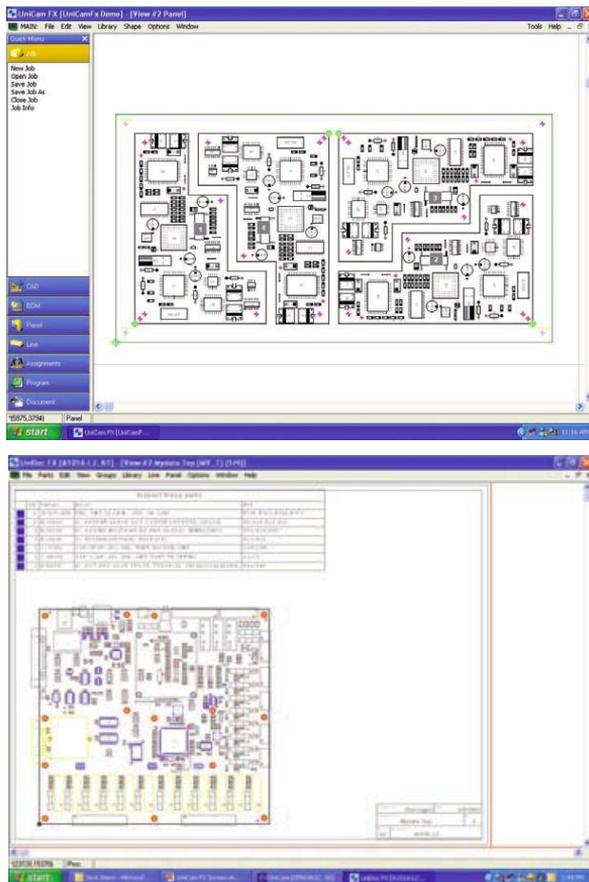


Рис. 1.170. Рабочий вид модуля UniCam FX

Тесты к лекции 21

1. Какое основное требование предъявляется среде автоматизированного проектирования, моделирования и подготовки производства?

а) наличие развитых средств конструкторского и технологического проектирования;

б) обеспечение максимально бесшовного перехода от набора конструкторских моделей к имитационной модели производства;

в) обеспечение мультиплатформенной среды проектирования.

2. Какие функции выполняет модуль Plant Simulation? (выберите один или несколько правильных ответов)

а) создание цифровых моделей производств;

б) выполнение анализов «узких мест» на производстве;

в) автоматическое построение и оптимизация траекторий движения элементов оборудования.

3. Какие функции выполняют модули Jack и Process Simulate Human? (выберите один или несколько правильных ответов)

а) цифровое моделирование ручного труда человека;

б) динамическое 3D-моделирование роботов;

в) анализ рабочих условий, травмоопасности, комфорта, зоны прямой видимости, затрат энергии рабочего персонала.

4. Генератор сценария работы человека TSB позволяет (выберите один или несколько правильных ответов):

а) оптимизировать количество персонала на операции;

б) построить сценарий работы человека, подобрав способ выполнения задачи;

в) использовать команды, которые управляют 3D-моделью человека в виртуальной рабочей обстановке.