

Министерство образования и науки Украины
Харьковский национальный университет
радиоэлектроники

Костюк Елена Геннадиевна

1 Структура, функции, взаимосвязи
и характеристики гибких
компьютеризированных
производственных систем ГПС

Содержание

Теория.....	3
1.1 Элементы ГПС.....	3
1.2 Система обеспечения функционирования ГПС.....	4
1.3 Организационная структура и взаимосвязи в ГПС.....	5
1.4 Классификация, особенности, области применения ГКПС.....	8

Теория

1.1 Элементы ГПС

В соответствии с ГОСТ 26228-90 гибкая производственная система (ГПС) представляет собой управляемую средствами вычислительной техники совокупность технологического оборудования, состоящего из разных сочетаний гибких производственных модулей (ГПМ) и (или) гибких производственных ячеек (ГПЯ), автоматизированной системы технологической подготовки производства и системы обеспечения функционирования, обладающую свойством автоматизированной переналадки при изменении программы производства изделий, разновидности которых ограничены технологическими возможностями оборудования.

Под гибкой производственной ячейкой (ГПЯ) понимают управляемую средствами вычислительной техники совокупность нескольких ГПМ и системы обеспечения функционирования, осуществляющую комплекс технологических операций, способную работать автономно и в составе ГПС при изготовлении изделий в пределах подготовленного запаса заготовок и инструмента.

Под гибким производственным модулем (ГПМ) понимают единицу технологического оборудования, автоматически осуществляющую технологические операции в пределах его технических характеристик, способную работать автономно и в составе ГПС или ГПЯ.

Относительная автономность производственных единиц - ГПМ, обеспечивается координацией как единое целое многоуровневой системой управления, обеспечивающей изменение программы функционирования подсистем ГПС и тем самым - быструю перенастройку технологии изготовления при смене объектов производства.

Каждый ГПМ имеет автономное программное управление. В свою очередь, линии, цеха и участки ГПС, которые комплектуются из ГПМ, также имеют соответствующее программное управление.

По организационной структуре различают следующие виды ГПС: гибкие автоматизированные линии (ГАЛ), гибкие автоматизированные цеха (ГАЦ), гибкие автоматизированные участки (ГАУ).

ГАЛ - ГПС, в которой технологическое оборудование расположено в принятой последовательности технологических операций.

ГАУ - ГПС, функционирующая по технологическому маршруту, в котором предусмотрены возможность изменения последовательности использования технологического оборудования.

ГАЦ - ГПС, представляющая собой в различных сочетаниях совокупность гибких автоматизированных и роботизированных технологических линий и участков для изготовления изделий заданной номенклатуры.

Роботизированная технологическая линия представляет собой совокупность РТК, связанных между собой транспортными средствами и системой управления, или нескольких единиц технологического оборудования, обслуживаемых одним или несколькими ПР для выполнения операций в принятой технологической последовательности.

Роботизированный технологический участок представляет собой совокупность РТК, связанных между собой транспортными средствами и системой управления, или нескольких единиц технологического оборудования, обслуживаемых одним или несколькими ПР, в которой предусмотрена возможность изменения последовательности использования технологического оборудования.

1.2 Система обеспечения функционирования ГПС

Система обеспечения функционирования ГПС определяется как совокупность взаимосвязанных автоматизированных систем, обеспечивающих проектирование изделий, технологическую подготовку их производства, управление ГПС при помощи ЭВМ и автоматическое перемещение предметов производства и технологической оснастки.

В систему обеспечения функционирования ГПС входят подсистемы:

- автоматизированная транспортно-складская система (АТСС);
- автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП);
- автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО);
- система автоматизированного контроля (САК);
- автоматизированная система удаления отходов (АСУО);
- автоматизированная система научных исследований (АСНИ);
- система автоматизированного проектирования (САПР);
- автоматизированная система подготовки производства (АСТПП);
- автоматизированная система управления (АСУ) и др.

ГПС состоит из ряда основных автоматизированных подсистем: технологической, транспортной, складировочной, контроля и управления.

Автоматизированная технологическая подсистема ГПС. В состав технологической подсистемы ГПС входит множества ГПМ совместно с необходимыми средствами технологического оснащения, предназначенных для выполнения основных технологических операций производства ЭА.

Автоматизированная транспортно-складская система (АТСС) - подсистема взаимосвязанных автоматизированных транспортных и складских устройств для укладки, хранения, временного накопления, разгрузки и доставки предметов труда, технологической оснастки.

Автоматизированная подсистема управления ТП (АСУ ТП) состоит из средств вычислительной техники - управляющих ЭВМ, связанных в единый комплекс с помощью интерфейсных устройств и линий передачи данных, и программного обеспечения. Предназначена для управления отдельными единицами автоматизированного оборудования всех подсистем и системы в целом; базируется на использовании оборудования с ЧПУ, ГПМ. Программное управление ГПМ основывается на применении программы, определяющей порядок действий с целью получения требуемого результата.

Система управления охватывает все уровни иерархии ГПС; нижний уровень управления - ГПМ и обслуживающие их АССЮ, АТС и САК; средний уровень управления - ГАЛ и ГАУ и обслуживающие их АСС, АТС и САК; высший уровень управления - ГАЦ, т.е. управление производственными единицами (линиями и участками) в соответствии с заданным планом производства изделий.

Подсистема контроля ГПС (САК) решает задачи: получения и передачи информации о свойствах, техническом состоянии и пространственном расположении контролируемых объектов, а также о состоянии технологической среды; сравнения фактических параметров с заданными; передачи информации о рассогласованиях для принятия на различных уровнях ГПС; получения и представления информации об исполнении функций; автоматической перестройки средств контроля в пределах заданной номенклатуры контролируемых объектов; полноты и достоверности контроля.

Автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО) - система взаимосвязанных элементов, включающая участки подготовки инструмента, его транспортирования, накопления, устройства смен и контроля качества инструмента, обеспечивающие подготовку, хранение, автоматическую установку и замену инструмента.

1.3 Организационная структура и взаимосвязи в ГПС

Состав и структура ГПС зависит от специализации, технологических задач, типов изделий, типа производства, частоты смены продукции. Рис 1.1.

Для обеспечения функционирования ГПС необходимо:

- комплектовать, подготовить и загрузить в АТСС заготовки, комплектующие, полуфабрикаты, материалы и другие ингредиенты производства;
- подготовить, настроить и ввести в АТСС и ГПМ приспособления и инструменты;
- подготовить и ввести в библиотеку программ АСУТП, АСТПП и АСУП необходимые программы управления гибкой производственной системы (ГПС); автоматизированной системы испытаний

(АСИ);

- системы материально-технического обеспечения (СМТО);
- автоматизированной системы управления (АСУ) ИПС.

При этом подсистемы АСУ, АСНИ, САПР и АСТПП, являясь внешними по отношению к ГПС, реализуют информационное обеспечение на входе ГПС с использованием соответствующих баз данных (БД). Так АСУ обеспечивает планирование загрузки ГПС по номенклатуре и качеству изделий, предназначенных к выпуску в определенные периоды времени, и планирование подготовки производства для ГПС; АСНИ и САПР - автоматизированное проектирование МЭА с выпуском технической и программной (ПД) документации; АСТПП - автоматизированные разработки технологической документации, проектирование средств технологического оснащения и выпуск конструкторской документации на оснастку, разработку управляющих перфолент для ГПМ, ГПС; АСИ - автоматизированное испытание изделий.

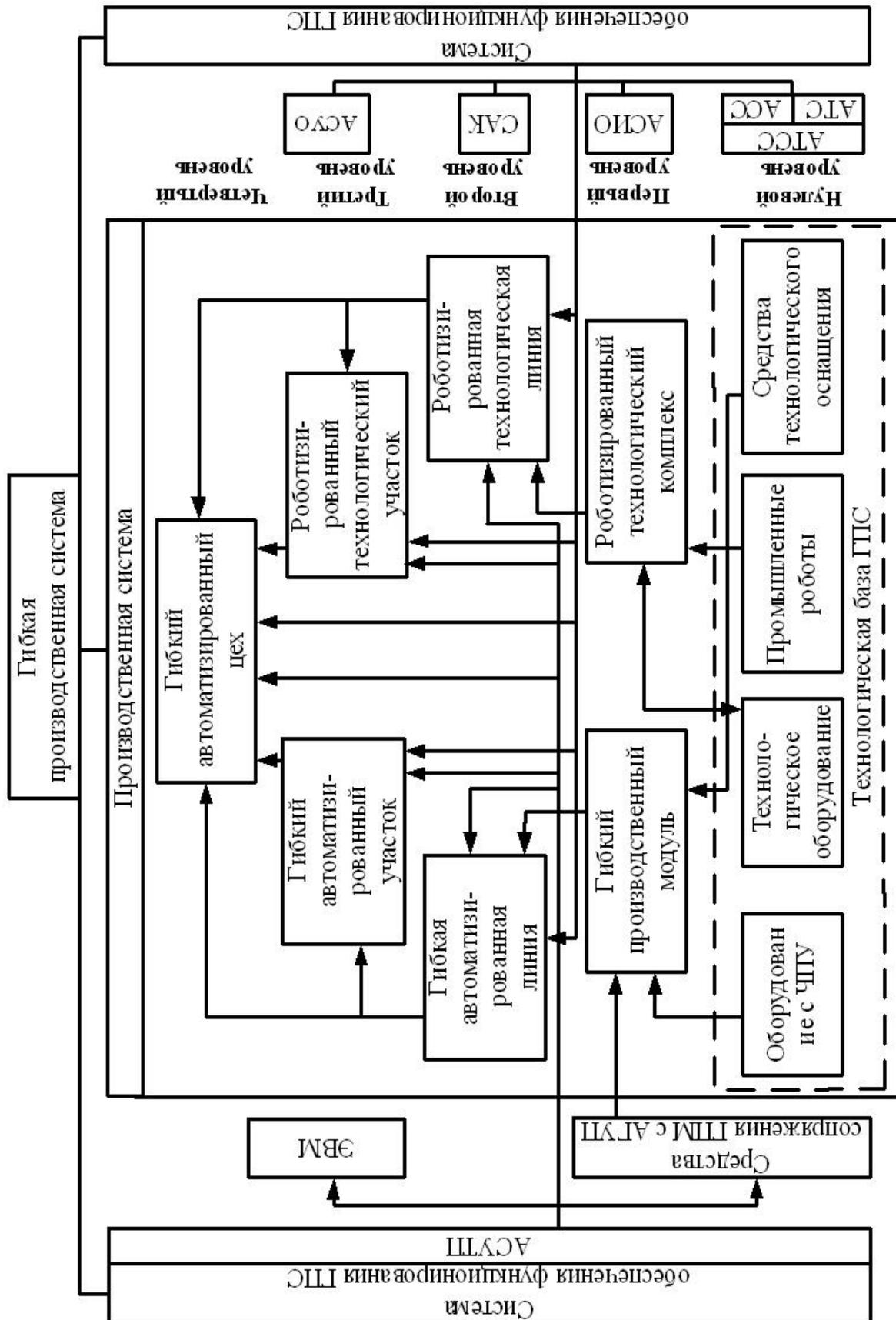


Рис. 1.1 - Организационные уровни сложности ГПС

1.4 Классификация, особенности, области применения ГКПС

В ГОСТ 26228-90 приведена классификация ГПС по следующим признакам: комплектности изготовления изделий; методам обработки, формообразования, сборки и контроля; разновидности изготавливаемых изделий; уровню автоматизации.

По комплектности изготовления изделий ГПС подразделяются на операционные, предметные и узловые. Согласно нормативной документации ЭНИМС, предметные и узловые ГПС (ГАУ) формируются из **операционных. Предметные ГАУ** представляют собой системы машин, мощностью которых полностью (комплексно) изготавливается определенная группа изделий (например, валы, втулки) или не менее двух групп изделий типа тел вращения и планки). **Узловые ГАУ** представляют собой системы машин, которые производят комплекты деталей и узлы определенных типоразмеров. Комплекты деталей дополняются со склада недостающими покупными деталями, а затем ритмично поступают на автоматизированный сборочный участок, где выполняются операции сборки и при необходимости упаковки.

По технологическому признаку ГПС механической обработки могут быть подразделены на две группы. **ГПС первой группы** предназначены для выпуска с высокой производительностью крупных серий деталей узкого спектра, характеризующихся высокой степенью конструктивного и технологического подобия. Здесь поток деталей перемещается с заданным ритмом по последовательно расположенным в соответствии с технологическим маршрутом станкам, связанным внутренними межстаночными транспортными средствами.

В отличие от обычной автоматической линии ГАЛ можно переналаживать на изготовление различных деталей. Переналадка сводится к смене инструментов, шпиндельных головок, управляющих программ и транспортных приспособлений. Технологический маршрут вновь запускаемой в обработку заготовки должен иметь согласованные значения времени циклов обработки на каждой станке, а также близкое к базовому число операций. Эффективность подобных ГАЛ объясняется тем, что одна ГАЛ заменяет ряд традиционных автоматических линий, при этом экономится производственная площадь, уменьшается парк технологического оборудования, возрастает коэффициент использования оборудования.

ГПС второй группы предназначены для изготовления деталей широкой номенклатуры, характеризующихся технологическим разнообразием. Эти ГПС отличаются иной организационной и функциональной структурой. К ним относятся комплексы механической обработки разного масштаба и разной степени сложности, а именно ГПМ, ГАУ, ГАЦ. Эта группа ГПС характеризуется движением заготовок по произвольному маршруту с возможным его прерыванием и без обязательного выравнивания времени пребывания заготовки на различных операциях технологического маршрута и числа операций технологического маршрута для деталей различных наименований. Допускается одновременное производство деталей различных наименований. ГПС работает по принципу: склад - ГПМ - склад.

ГПС обеих групп принципиально различаются и применением в промышленности: первая

применяется в крупносерийном производстве, вторая - в средне- и мелкосерийном.

По методам обработки, формообразования, сборки, контроля различают механообрабатывающие, сварочные, термические, литейные, сборочные и другие ГПС.

По разновидности изготавливаемых изделий согласно классификатору) ЕСКД (классы деталей 71-76, классы сборочных единиц 28, 29, 30 и т.д.) различают ГПС для изготовления деталей типа тел вращения, корпусных деталей и др.

В зависимости от уровня автоматизации ГПС могут быть: 1-го уровня автоматизации, при котором осуществляется автоматизированная (с участием человека) переналадка ГПС при переходе на изготовление на ней нового из освоенных уже изделий; 2-го уровня автоматизации, при котором осуществляется автоматическая (без участия человека) переналадка ГПС при переходе на изготовление нового из освоенных уже изделий; 3-го уровня автоматизации, при котором осуществляется автоматизированная переналадка ГПС при переходе на изготовление нового, не освоенного ранее изделия.

На рис. 1.2 показаны стадии развития ГПС, предназначенных для изготовления деталей на спутниках, в зависимости от уровня автоматизации их переналадки. Для ГПМ, показанного на рис. 1.2, а (или участков из отдельных ГПМ), характерна автоматизированная (1-й уровень автоматизации) переналадка при изготовлении не более двух-трех деталей, ограниченная вместимостью накопителя спутников на станке, инструментального магазина станка и оперативной памяти устройства ЧПУ ГПМ. При этом необходимо частое использование ручной переналадки, характерное для автономно эксплуатируемых станков с ЧПУ. Поэтому эффект, достигаемый от ГПМ, заключается главным образом в возможности расширения многостаночного обслуживания. *Как и при производстве на станках с ЧПУ, при производстве на ГПМ оказывает большое влияние квалификация станочника-оператора и наладчика станка на фактический коэффициент загрузки, а значит, на производительность станка; существует тенденция к увеличению размера партии изготавливаемых изделий.*

Автоматическая переналадка при изготовлении освоенных изделий (2-й уровень автоматизации) характерна для ГПЯ и ГАУ (см. Рис. 1.2, б-д). Она реализуется по отработанным управляющим программам обработки, технологии, оснастке и инструменту.

В малономенклатурном производстве простых изделий широко используют ГПЯ и ГАУ, состоящие из ряда ГПМ и автоматизированной транспортно-складской системы АТСС, которые объединены единой управляющей ЭВМ (рис. 1.2, б). В таких ГПС либо инструментальные магазины должны иметь вместимость, достаточную для изготовления деталей требуемой номенклатуры, либо инструмент должен поставляться средствами АТСС и перегружаться в инструментальные магазины средствами ГПМ. При этом достигается достаточно простая конструкция ГПС, однако понижается коэффициент использования оборудования.

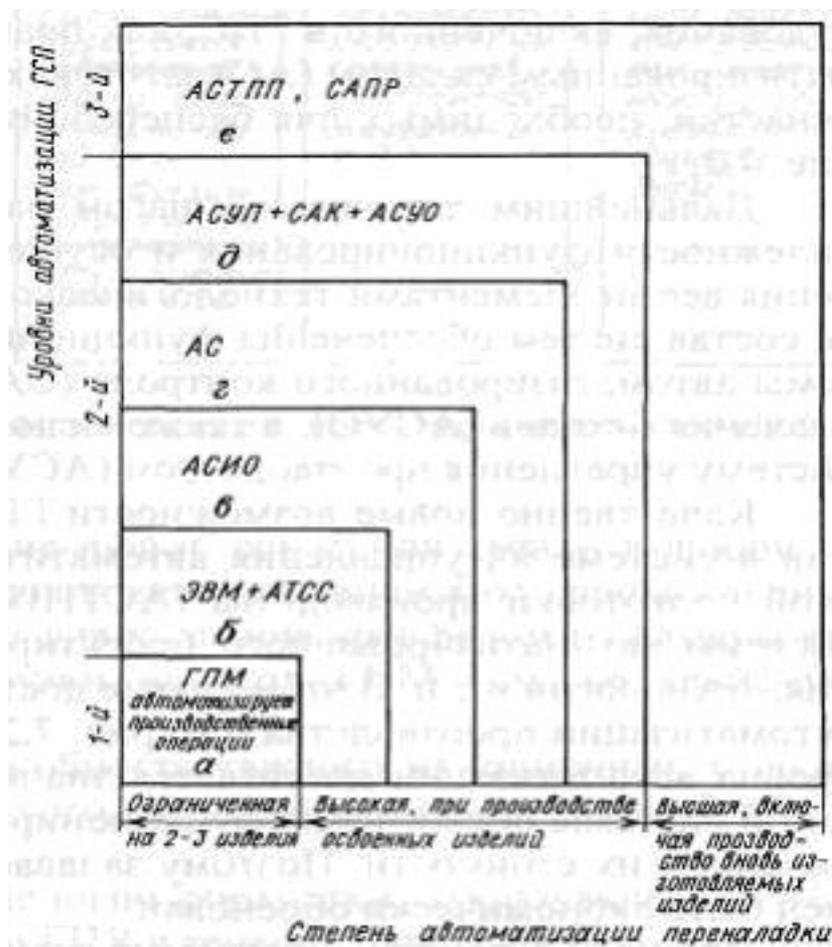


Рис. 1.2 - Стадии развития ГПС в зависимости от уровня автоматизации их переналадки

При многономенклатурном производстве сложных изделий, для изготовления которых требуется значительное количество инструментов, ГПС, как правило, включает автоматизированную систему инструментального обеспечения АСИО (см. рис. 1.2, в), снабжающую инструментальные магазины станков необходимым инструментом из накопителя (склада) при смене изготавливаемой детали и производящую замену изношенного или поломанного инструмента.

Большая номенклатура изготавливаемых деталей и высокая отдача оборудования, включенного в ГПС, как правило, требуют оснащения ее автоматизированным складом (АС) заготовок и деталей, а также инструмента и оснастки, необходимых для бесперебойного функционирования ГПС (см. рис. 1.2, г).

Дальнейшим логическим шагом развития ГПС по пути повышения надежности функционирования и осуществления своевременного обеспечения всеми элементами технологического процесса является включение в ее состав систем обеспечения функционирования (СОФ ГПС и ГПЯ), системы автоматизированного контроля (САК),

автоматизированной системы удаления отходов (АСУО), а также включение ГПС в автоматизированную систему управления производством (АСУП) (см. рис. 1.2, д).

Качественно новые возможности ГПС достигаются при интегрировании в системе их управления автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП), включающей соответствующие системы автоматизированного проектирования (САПР) - конструирования, технологии и т.п. В этом случае достигается высший - третий уровень автоматизации производства (см. рис. 1.2, е). Рис. 1.2 показывает, что рост уровня автоматизации достигается значительным усложнением конструкции и системы обеспечения функционирования ГПС и ГПЯ, а значит, увеличением их стоимости. Поэтому задаваемый уровень автоматизации должен быть экономически обоснован.

Основные структурные элементы ГПЯ следующие: несколько ГПМ одинаковых или различных, обеспечивающих требуемую технологическую обработку заготовок; АТСС; АСИО; единая управляющая ЭВМ.

Основными техническими возможностями ГПЯ являются:

- **производственная гибкость**, заключающаяся в автоматическом (автоматизированном) переходе на изготовление любой освоенной детали в любой последовательности. В ГПЯ 2-го уровня автоматизации этот переход занимает минуты - время, необходимое для удаления грейфером из камеры станочного модуля детали и загрузки на стол ГПМ тем же грейфером спутника с новой заготовкой;

- **структурная гибкость** - способность каждого из станочных модулей функционировать при отказе другого, возможность проведения обработки на любом из однотипных ГПМ;

- **реализация безлюдной технологии обработки**, заключающаяся в автоматическом функционировании ГПЯ в течение определенного интервала времени без участия обслуживающего персонала или при ограниченном его числе. Степень и продолжительность этой реализации определяется вместимостью элементов технологического процесса, качеством и степенью автоматизации функционирования устройств ГПЯ для диагностирования заготовок, инструмента, оборудования и других элементов ГПЯ в процессе работы.

Благодаря производственной гибкости, достигаются:

- автоматический (автоматизированный) переход на выпуск новой продукции в кратчайшее время и с наименьшими затратами;

- повышение производительности труда рабочих-станочников благодаря росту коэффициента загрузки станков;

- обеспечение стабильности качества выпускаемых изделий в результате автоматизации всех элементов технологического процесса изготовления и проведения его без участия человека;

- снижение без потери производительности станков размера партии изготавливаемых деталей до полумесячной или месячной программы с трех-, шестимесячной программы производства,

характерной при использовании автономных станков с ЧПУ;

- возможность производить детали в таком количестве и тогда, когда они нужны при сборке, т.е. иметь минимальные запасы и заделы, максимальные оборотные средства;
- изменение конструкции изделия в процессе его выпуска.

В результате структурной гибкости достигается:

- обеспечение ритмичности производства благодаря работе основного количества технологического оборудования, несмотря на отказы отдельных его объектов;
- обеспечение требуемой пропорциональности производства вследствие автоматического (автоматизированного) подключения к изготовлению требуемого вида изделия различного количества единиц однотипного технологического оборудования.

В результате реализации безлюдной (малолюдной) технологии достигается:

- переход на работу в две-три смены, круглосуточно, а в перспективе и круглогодично без выходных и праздничных дней с высвобождением людей от работы в ночное время;
- улучшение условий труда, повышение культуры труда, поскольку оператор не связан с циклом работы станка;
- улучшение техники безопасности и сокращение травматизма;
- максимальный выпуск продукции с единицы технологического оборудования благодаря росту коэффициента его загрузки в результате сокращения потерь времени на переналадку при переходе на выпуск нового изделия и коэффициента сменности.

Области рационального применения ГПС - это мелкосерийное повторяющееся, средне- и крупносерийное производство. Применение ГПС в единичном и мелкосерийном неповторяющемся производстве возможно в особых случаях.

Главное преимущество ГПС - способность производить продукцию в кратчайшие сроки при минимальных затратах. ГПС позволяют реализовать методы автоматизации массового производства (непрерывность, ритмичность и пропорциональность) в условиях серийного производства.

