

Основы цифрового производства

Тема 5. Тенденции развития производственных систем современного машиностроительного предприятия

Доцент, кандидат технических наук Килина Мария Степановна

Структура производственной системы

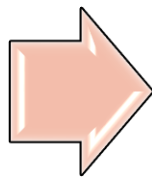
Заготовительное
производство

Получение
«полуфабрикатов»

Сюда относим различный
сортовой прокат, литейные
полуфабрикаты, различные
фигурные заготовки

Данный этап подлежит
автоматизации в первую
очередь, не зависимо от
выпуска продукции, в связи
с вредностью
производства.

Обработка металла на этом
этапе происходит в
«горячем виде»

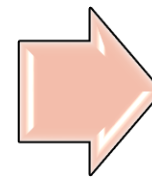


Обработка

Изготовление из
полуфабрикатов готовых
деталей

На этом этапе происходит
механическая обработка
заготовок

На данном этапе
производственного цикла
применяются
многооперационные
станки с ЧПУ или
обрабатывающие
комплексы



Сборочное
производство

Сборка в готовое
изделие

Качество готовой
продукции
закладывается именно
здесь.

Именно здесь
формируется
себестоимость
продукции

На данном этапе
возможно применение
сборочных
роботизированных
комплексов

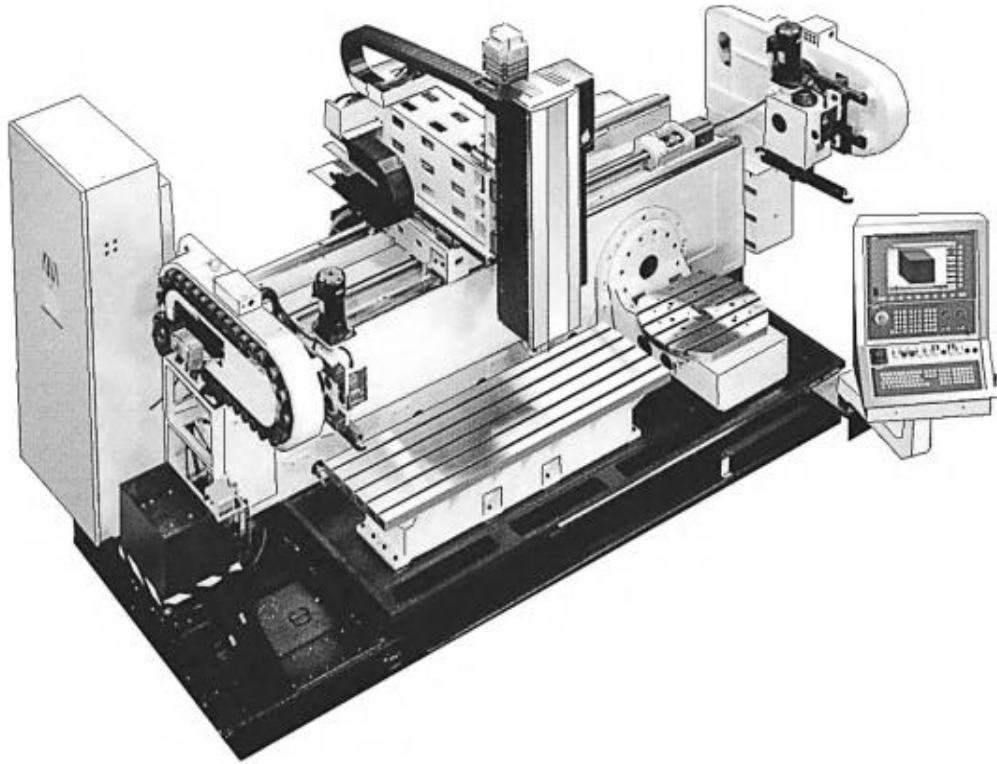
Информационное обеспечение, система менеджмента качества продукции и т.д.

Автоматизированные технологические обрабатывающие комплексы (центры)

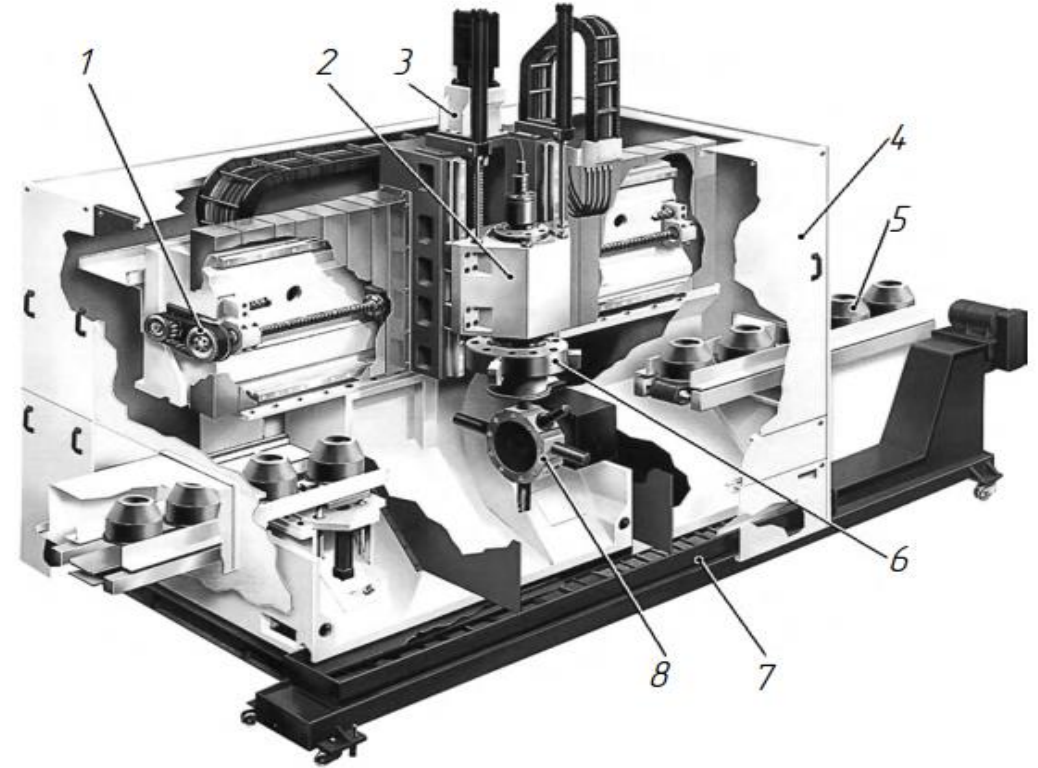
Обрабатывающие центры позволяют решить две наиболее важные задачи при производстве:

1. Лёгкость переналадки позволяет автоматизировать предприятия массового и серийного производства, причём как крупносерийное так и среднесерийное и даже мелкосерийное производство. Т.е. выполнение различных технологических операции на одном оборудовании в соответствии с заданной программой;
2. Возможность выпуска принципиально новой номенклатуры изделий без трудоемкой переналадки существующего оборудования. Т.е. изготовление любого изделия в требуемом количестве в соответствии с заданной программой.

Автоматизированные технологические обрабатывающие комплексы (центры)

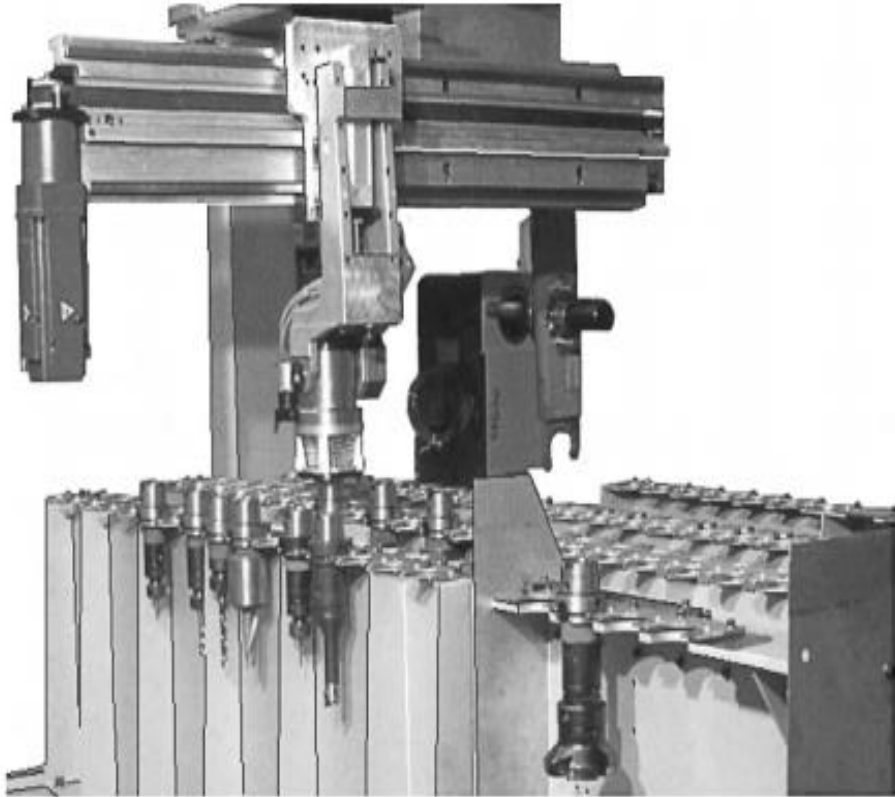


Обрабатывающий центр U-2520 фирмы Spinner с неподвижным и наклонно-поворотным столами



Вертикальный токарный ОЦ DVH 550 фирмы MAG Hessapp: 1 — ременная передача привода перемещений по оси X; 2 — мотор-шпиндель; 3 — привод перемещений по оси Z; 4 — ограждение; 5 — обрабатываемые детали на конвейере; 6 — патрон; 7 — стружкоуборочный конвейер; 8 — револьверная головка.

Автоматизированные технологические обрабатывающие комплексы (центры)

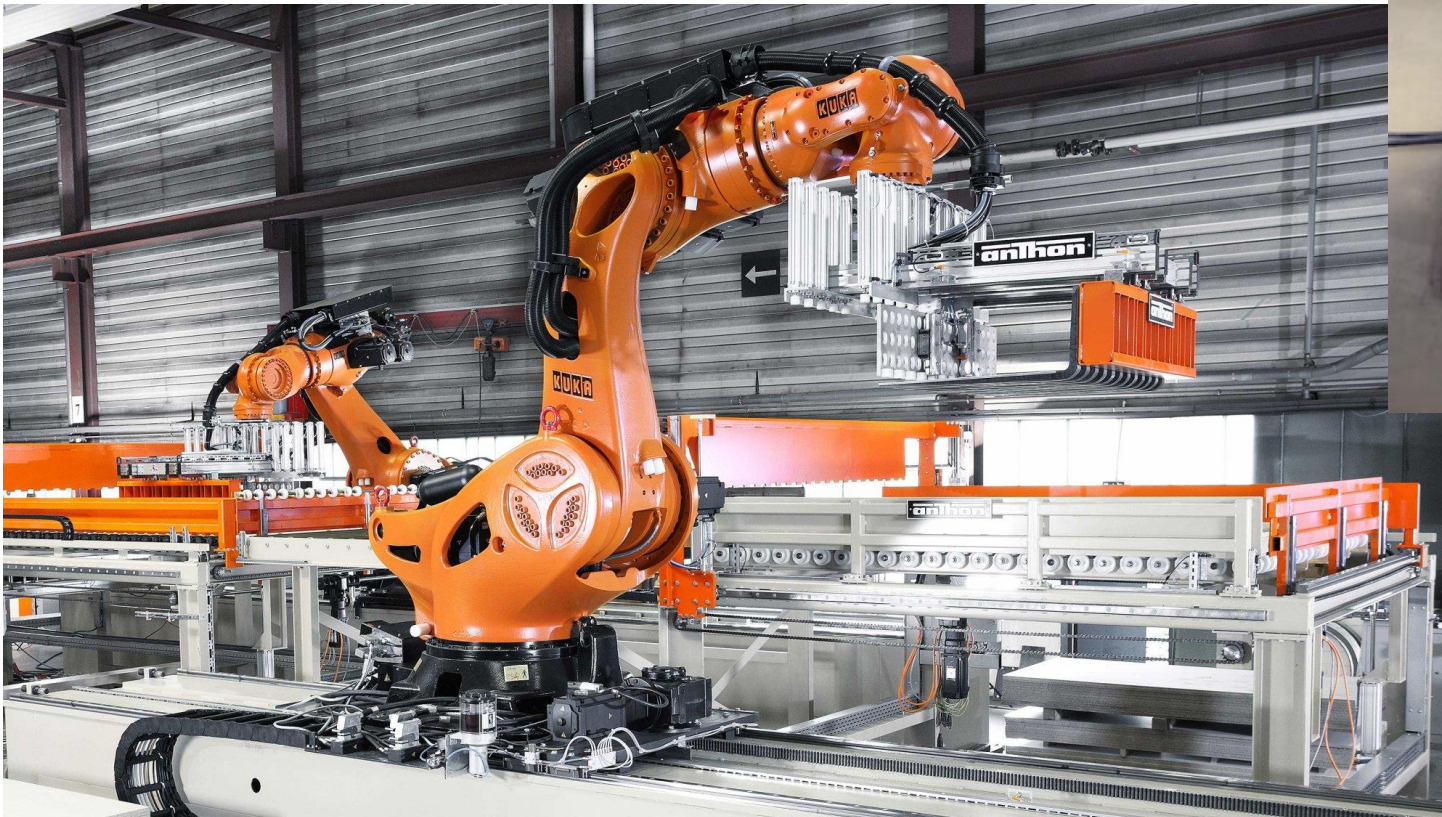
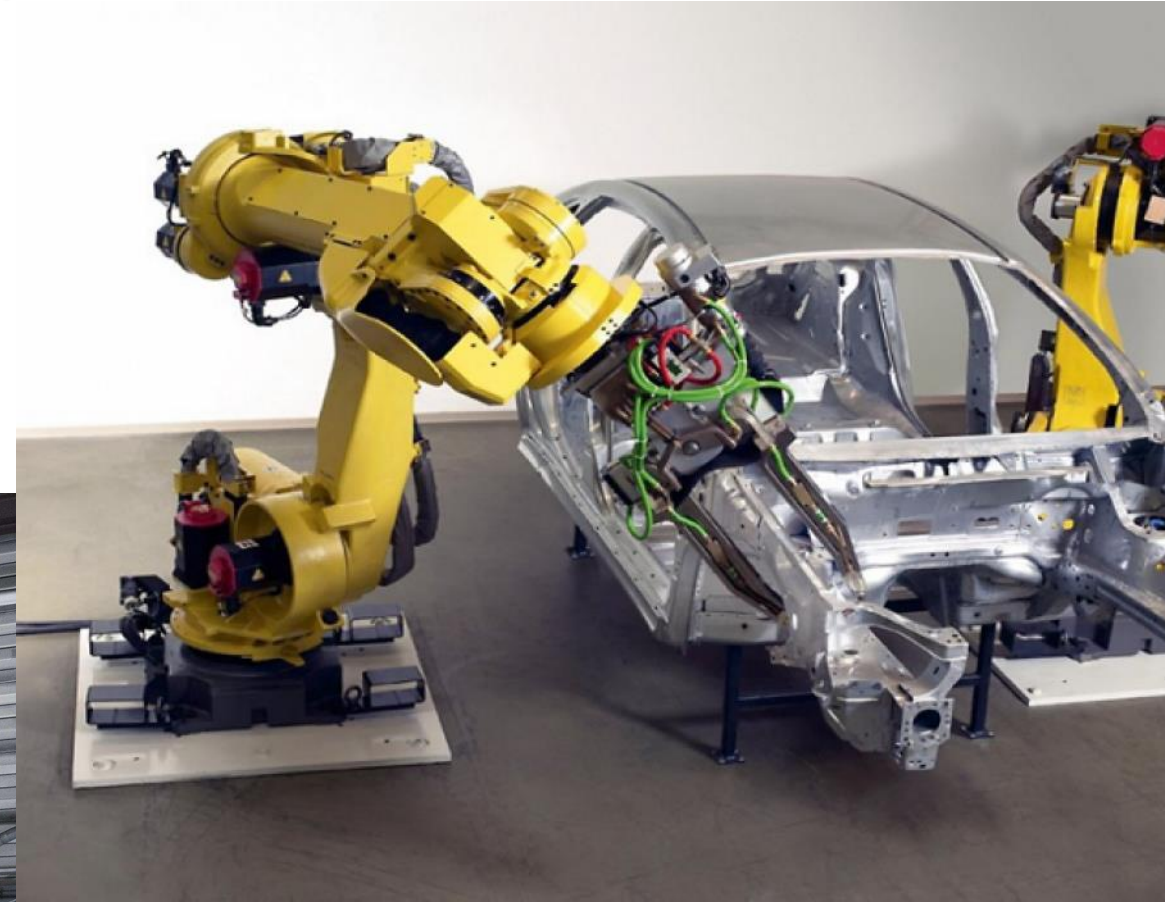


Инструментальные магазины могут как входить в состав центра, так и быть отдельным элементом, располагаться, например, на стойке установленной рядом с центром. Количество режущего инструмента в магазине, чаще всего 6-10 элементов, но есть обрабатывающие центры инструментальный магазин которых включает в себя 300 единиц инструмента (обрабатывающий центр Bluestar фирмы Huller Hille, производства Германии). Такой магазин больше похож на инструментальный склад. Для смены инструмента предусмотрены специальные механизмы схвата.

Данные о выполнении перемещений элементов станка, положения заготовки, положения режущей кромки инструмента

Роботизированные сборочные комплексы

Сборочные роботизированные технологические комплексы представляют собой совокупность основного технологического сборочного оборудования и манипуляторов, объединенных общей системой управления, работающих в едином производственном цикле по сборке изделий и способных быстро перестраиваться на новый вид продукции



РТК может работать автономно или в составе автоматических линий и гибких производственных систем

Лидерами в производстве РТК и обрабатывающих центров являются страны Европы, Азии и США

Современные тенденции развития машиностроительного предприятия

Для повышения конкурентоспособности продукции машиностроительного комплекса требуется уменьшение себестоимости и повышение качества выпускаемой продукции. Для достижения этих показателей прибегают к известным методам.

К таким методам можно отнести: технологии «Бережливого производства» (TPS/LEAN), статистическое управление производственными процессами (SPC), методы теории ограничений ТОС, методы быстрой переналадки оборудования (SMED), параметрическая и структурная оптимизация производственных процессов.

Технология «Бережливого производства» (TPS/LEAN)

Данная технология это скорее целая производственная философия. Суть в вовлечении в процесс оптимизации производственных издержек каждого сотрудника предприятия и максимальной клиентоориентированности, т.е постоянное стремление к устранению все видов потерь. Данное понятие ввели американские исследователи на основе анализа деятельности компании [Toyota](#).

Одним из основополагающих факторов является ценность качества конечного продукта, его оценка на всех этапах его производства. В результате оценки предполагается создание возможностей устранения любых действий приводящих к пустым затратам ресурсов. Для определения этих пустых затрат иногда применяют термин из производственной системы Toyota — muda ([яп.](#) 無駄 муда), означающий всевозможные затраты, потери, отходы, мусор. Примером может служить складирование промежуточного продукта на складе или сервисном центре, что приведёт к дополнительным производственным издержкам, не нужных конечному потребителю, но «лежащих на его плечи».

Основной задачей «бережливого производства» считается планомерное сокращение всех производственных процессов не добавляющих ценности конечному продукту.

Технология «Бережливого производства» (TPS/LEAN).



Основной задачей «бережливого производства» считается планомерное сокращение всех производственных процессов не добавляющих ценности конечному продукту.

Один из основателей компании Toyota [Тайити Оно](#) выделил 7 видов производственных потерь: из-за перепроизводства, из-за лишних технологических операций, из-за ненужных перемещений, из-за выпуска бракованной продукции, из-за ожидания, из-за ненужной транспортировки, из-за лишних запасов. В дальнейшем Джеффри Лайкер, исследователь производственной системы Toyota добавил ещё один вид потерь - нереализованный творческий потенциал сотрудников. Так же выделяют еще выделяют два не маловажных источника потерь это: перегрузка рабочих, сотрудников или мощностей при работе с повышенной интенсивностью и неравномерность выполнения операции, например, сезонность работы.

Технология «Бережливого производства» (TPS/LEAN).



Джеймс Вомак, Дэниел Джонс, авторы книги "Бережливое производство", изучив практику применения БП по всём мире, изложили суть бережливого производства в виде пяти принципов:

- 1) ценность,
- 2) поток создания ценности,
- 3) организация движения потока,
- 4) вытягивание,
- 5) совершенство.

Принципы бережливого производства также изложены в ГОСТ Р 56020-2014 "Бережливое производство.

Технология «Бережливого производства» (TPS/LEAN).

Дж. Вомак, Д. Джонс. "Бережливое производство" Принципы бережливого производства (основные, в общем виде)	ГОСТ Р 56020-2014 "Бережливое производство. Основные положения и словарь" Принципы бережливого производства (в расширенном виде)
Ценность Поток создания ценности	Ориентация на создание ценности для потребителя Сокращение потерь Приоритетное обеспечение безопасности Принятие решений, основанных на фактах
Организация движения потока	Организация потока создания ценности для потребителя
Вытягивание	Вытягивание
Совершенство	Стратегическая направленность Постоянное улучшение Визуализация и прозрачность Построение корпоративной культуры на основе уважения к человеку Встроенное качество Установление долговременных отношений с поставщиками Соблюдение стандартов

Метод статистическое управления производственными процессами (SPC).

Это метод мониторинга производственного процесса с целью управления качеством выпускаемой продукции на всех этапах производства. В качестве инструментов мониторинга применяются статистические инструменты анализа.

Данный метод управления принят обязательным на промышленных предприятиях Европы и Японии с момента внедрения стандарта [ISO/TS 16949](#) в автомобилестроении. Российским аналогом этого стандарта является ГОСТ Р ИСО/TU 16949-2009 «Системы менеджмента качества. Особые требования по применению ИСО 9001:2008 в автомобильной промышленности и организациях, производящих соответствующие запасные части». Но в отличие от РФ в странах Европы и Японии стандарт является обязательным и относится почти ко всем отраслям промышленности. В США существует аналог данного стандарта и так же является обязательным.

Основным инструментом этого метода является контрольная карта Шухарта. Карта представляет собой графическое средство сбора данных и принятия решений относительно стабильности или предсказуемости любого процесса, что определяет способы управления соответствующим процессом.

Цель данного метода в выявлении особых причин изменения системы, приводящих её в нестабильное состояние, и нахождении способ их устранения, поддержание производственной системы в состоянии управляемого процесса, снижение вероятности выпуска бракованной продукции и конечного времени всего производственного цикла.

Метод статистическое управления производственными процессами (SPC).

В 80-х годах прошлого века [Элияху Голдратт](#) разработал методологию управления системами в различных сферах деятельности человека - теорию ограничений. Данная теория базируется на поиске и управлении ключевыми ограничениями системы, определяющих эффективность действия всей системы и её успех.

Основной особенностью методологии данной системы является то, что совершая определённые усилия по управлению малым количеством элементов системы, достигается эффект, намного превышающий результат одновременного воздействия на все или большинство проблемных элементов системы сразу или поочерёдно.

Основной подход в теории ограничений нацелен на то что бы выявить ограничения и осуществить управления этими ограничениями для эффективного достижения конечной цели. Под эффективностью в этом случае подразумевается максимальная скорость достижения конечной цели с минимально возможными затратами, без ограничения конечной цели по содержанию.

Теория включает в себя набор логических инструментов, позволяющих найти ключевые ограничения и стоящее за ними управленческое противоречие, найти решение и способы его внедрения с учётом интересов всех заинтересованных сторон. Разработаны прикладные решения теории ограничений для управления производственным процессом, управлением проектами при разработке новой продукции и т.д.

Метод быстрой переналадки оборудования (SMED).

Метод быстрой переналадки можно отнести к к технологии «бережливого производства». Суть метода в том что бы сократить издержки производства при переналадке и переоснастке оборудования и включает в себя ряд теоретических и прикладных приёмов, позволяющих сократить время подготовительных операции.

Автором этого метода является [Сигео Синго](#). Он смог обнаружить некоторую закономерность встречающуюся на предприятиях в процессе переналадке, которые стали основой его системы SMED. Так он выяснил что: некоторые операции переналадки можно осуществлять только при полной остановке оборудования (например, смена пресс-формы), а другие операции переналадки возможно осуществлять в процессе работы оборудования (например, элементы крепления этой самой пресс-формы). В результате этих наблюдений, [Сигео Синго](#) пришёл к выводу, что при переводе как можно большего числа операции переналадки в операции выполняемые в процессе работы оборудования или внешние операции, можно в несколько раз сократить время переналадки оборудования в целом.

Так автор метода предлагает несколько вариантов при внедрении технологии SMED: отделение внутренних операций от внешних, максимально возможное преобразование внутренних операций во внешние, применение унифицированных элементов оборудования, использование в технологическом оборудовании как можно более меньшего числа различных крепёжных элементов и замена их на multifunctional зажимы, применение промежуточных приспособлений, применение параллельных операции.

Метод структурной оптимизации и метод параметрической оптимизации

Метод структурной оптимизации и метод параметрической оптимизации производственных процессов включает в себя различные методы анализа структуры предприятия и технологического процесса на предприятии. Данные методы позволяют выявить наиболее слабые места предприятия с точки зрения процессов производства и точки зрения структуры самого предприятия.

В настоящее время в наборе математического моделирования появились программные продукты позволяющие осуществить имитационное моделирование реального объекта. Данный тип программ позволяет в режиме реального времени оценить эффективность использования рабочего времени на производстве, так выпуска, отследить логистические операции внутри предприятия, разработать наиболее эффективную, с точки зрения компоновку технологического оборудования, с учётом особенностей производства.

ВЫВОДЫ

Одним из основных критериев оценки технической оснащённости предприятия является гибкое автоматизированное производство (ГАП). Это производство имеющее вооружении комплекс автоматизированного технологического оборудования и оборудование для контроля и диагностики качества выпускаемой продукции, складирование и транспортировку изделий, а так же комплекс программного обеспечения позволяющего осуществить подготовку полного комплекта конструкторской и технологической документации. Технологический процесс в этом случае осуществляется роботизированным технологическим оборудованием или гибких производственных модулей. Для управление технологическим оборудование используют набор программ, микропроцессоры и систему датчиков.

Характерным в этом случае является применение технологии энергосбережения станков, многооперационных станков с ЧПУ, гибких производственных систем, промышленных роботов, с возможность автоматизированной переналадки, материалосберегающих технологий и технологии снижающих трудоёмкость.