

ГИБРИДНЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Бурдо Г.Б., Испирян Н.В., Испирян С.Р., Мединцев С.В.
Тверской государственной технической университет, Тверь

Ключевые слова: многономенклатурное машиностроение, системы автоматизированного проектирования технологических процессов, автоматизированные системы управления, информационная интеграция, поддержка принятия решений.

Аннотация. Предложена концепция информационной интеграции автоматизированных систем проектирования и управления технологическими процессами (АСУТП) и показана ее актуальность в многономенклатурном производстве. Исследование проведено на основе аппарата теории систем и методологии жизненного цикла изделий. Обоснованы принципы создания интегрированных систем и входящих в неё подсистем. Предложена методика принятия решений в гибридных системах. Рассмотрены условия реализации предлагаемых подходов к созданию рассматриваемых информационных систем.

HYBRID AUTOMATED SYSTEMS IN MECHANICAL ENGINEERING

Burdo G.B., Ispiryay N.V., Ispiryay S.R., Medintsev S.V.
Tver State Technical University, Tver

Keywords: multi-nomenclature engineering, computer-aided design of technological processes, automated control systems, information integration, decision support.

Abstract. The concept of information integration the automated systems technological processes design and control (automated process control systems) is proposed and its relevance in multi-nomenclature production is shown. The study was conducted on the basis the apparatus of the theory systems and the methodology product life cycle. The principles of creation the integrated systems and its subsystems are substantiated. Method of decision-making in hybrid systems is proposed. The conditions for the implementation the proposed approaches to creation of the considered information systems are considered.

Введение

Известно, что за последние годы отечественное и зарубежное машиностроение затронули серьезные структурные изменения. Основная их суть состоит в том, что в настоящее время доля единичного и мелкосерийного типов машиностроительных производств (многономенклатурного машиностроительного производства, МП) составляет до 25-30 процентов в общем объеме продукции машиностроения. Это объективно связано с желанием потребителей продукции иметь товар требуемых именно им свойств, и в нужное время. Также, большинство предприятий, находящихся на прорывных направлениях машиностроения, выпускает первые образцы наукоемкой, высокотехнологичной продукции именно малыми партиями. МП характеризуется большим количеством одновременно находящихся в работе заказов, высокой динамичностью производственной ситуации в технологических подразделениях, постоянным (в течение календарного года) появлением новых контрактов по изготавливаемым изделиям с жесткими сроками завершения. К сожалению, МП, в силу его небольшого объема в прежние годы, находилось в стороне от

проблематики исследований, от промышленных разработок в области автоматизированных систем проектирования технологических процессов (САПР ТП) и автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП). Данный факт обуславливает невысокую эффективность спроектированных технологий из-за дефицита времени на технологическую подготовку производства, создает проблемы при управлении технологическими процессами и, в конечном итоге, увеличивает длительность подготовки производства новой продукции и технологические циклы её изготовления.

Выход из данной ситуации представляется в информационной интеграции САПР ТП и АСУТП на основе предлагаемых принципов.

Принципы создания интегрированных САПР ТП-АСУТП

В работах [1-4] были рассмотрены теоретико-множественные модели интегрированной системы, автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и проектирования технологическими процессами (САПР ТП). Показаны виды информационных преобразований, иерархия систем, правила отбора синтезированных решений. С целью учета особенностей многономенклатурного машиностроительного производства сформулированы принципы, определяющие создание интегрированных САПР ТП-АСУТП (ИС). Рассмотрим их.

1. Информационная интеграция должна обеспечивать минимальную инерционность производственной системы, определяемую временем реагирования на изменение производственной ситуации. Это требование вытекает из необходимости обеспечивать работу производственной системы в соответствии с принципом «точно во время» [5].

2. Интегрированная система должна обеспечивать возможность управления жизненным циклом продукции.

3. Интегрированная система должна работать в рамках системы управления качеством продукции.

4. Интегрированная система должна управляться системой управления организацией (СУО) на основе прямых и обратных информационных связей, иметь внешние информационные связи с системой конструкторской подготовки производства, управляемыми объектами являются рабочие места производственной системы.

5. Взаимодействие между САПР ТП и АСУТП должно состоять в следующем. Информация от САПР ТП (станкочемкости, маршруты прохождения деталей по рабочим местам) является входной для АСУТП. В то же время синтез этой информации выполняется с учетом сведений о фактическом состоянии в производственной системе, получаемых от АСУТП (обратная связь). Этим создаются предпосылки эффективного управления на этапе проектирования технологических процессов.

Принципы создания САПР ТП в рамках интегрированных систем

Рассматриваемые ниже принципы исходят из понимания того факта, что различие конструкторско-технологических характеристик деталей, разнообразный состав оборудования и средств технологического оснащения, непредсказуемые состояния технологических подразделений по загрузке,

фактической численности рабочих, появлению новых заказов и т.п. определяют трактование процесса разработки технологий как недостаточно формализованную, многовариантную организационно-технологическую задачу, решаемую в условиях информационной неопределенности [4, 6].

1. Учет текущей ситуации в производственных подразделениях по загрузке оборудования.

2. Подчиненность целевой функции проектируемых технологических процессов (ТПр) целям, достигаемым фирмой при выполнении конкретного заказа.

3. Малая инерционность процессов технологической подготовки производства.

4. Создание предпосылок для проектирования эффективных ТПр.

5. Создание предпосылок для эффективного управления технологическими процессами на этапе проектирования ТПр.

6. Иерархическая организация процедур в САПР ТП.

Смысл первого принципа состоит в закреплении технологических операций за менее загруженными на настоящий момент рабочими местами.

Смысл второго принципа заключается в установлении целевой функции (ЦФ) проектируемых для данного заказа технологических процессов.

Третий принцип – малая инерционность процессов технологической подготовки производства, заключается в наличии оперативной информационной связи: а) между подразделениями, осуществляющими технологическую подготовку производства (ТПП) и системой управления технологическими процессами (данные по загрузке оборудования); б) между подразделениями, осуществляющими ТПП и СУО (вид целевой функции заказа).

Создание предпосылок для проектирования эффективных ТПр целесообразно осуществлять при управлении процессами конструкторской подготовки производства. С этой целью должны предусматриваться мероприятия по унификации конструкций изделий, что приводит к унификации технологического проектирования. Создание предпосылок для эффективного управления технологическими процессами на этапе разработки ТПр означает подчиненность целей проектирования целям производственной системы с точки зрения сроков выполнения контрактов, и «расширка» узких мест в технологических подразделениях (см. также принципы 2 и 3). Иерархическая организация процедур обозначает построение процесса проектирования по методу декомпозиции, что свойственно человеческому мышлению, и позволяет экспертам в естественном виде оценивать результаты.

Принципы создания АСУТП в рамках интегрированных систем

Учитывая современные тенденции развития машиностроительного производства [7, 8] составляющими которых являются: всеобщий контроль (TQC) или всеобщий менеджмент на основе качества (TQM); всеобщий уход за оборудованием (TPM) и производственная система «точно вовремя» (JIT). Эти три составляющие обеспечивают создание в организации «бережливого производства», обеспечивающего изготовления продукции в заданные СУО сроки и минимальными затратами незавершенного производства. Система JIT во

многим определяется работой АСУТП, которая должна осуществлять принятие решений, направленных на сокращение общего цикла выпуска изделий.

Выдерживание принципов должно обеспечить смысловое единство процессов планирования и управления процедурам, реализуемым в АСУТП.

1-й принцип создания АСУТП – принцип системного единства и взаимосвязи. Это предполагает рассмотрение всех агентов АСУТП по отдельности, и позволяет выделить АСУТП, как самостоятельное образование, сохраняющее свойства целостности.

2-й принцип создания АСУТП – соответствие иерархии планов и точности управления точности планов организации. С точки зрения системного подхода принцип точности означает, что точность планов должна увеличиваться по мере их детализации.

3-й принцип создания АСУТП – непрерывность управления за счет наличия обратной связи от СУО и технологических подразделений (ТП), и оперативность за счет наличия элементов ИИ. Принятие управленческих решений должно осуществляться с минимально допустимой инерционностью.

4-й принцип создания АСУТП – обеспечение резервов в планах. Для реализации в календарных планах, разработанных АСУТП, должны быть заложены резервы, а алгоритмы расчетов должны включать оценку ситуации в ТП. Это предполагает наличие в АСУТП агента объемного планирования (ОП), закладывающего в календарные планы (КП) запас мощностей ТП. При определении резервов следует иметь в виду, что они не могут быть слишком большими, иначе планы окажутся неточными, а слишком малые резервы повлекут частые изменения в планах организации в целом, что размывает ориентиры в деятельности фирмы.

5-й принцип создания – АСУТП должна предусматривать диалоговый, гибридный режим, означающий вовлечение человека в процесс управления и получение дополнительных ресурсов управления.

6-й принцип создания АСУТП – комплексности, т.е. учёт важнейших факторов, влияющих на решение задачи управления в их взаимосвязи, и оценка взаимовлияния принимаемых решений. Это предполагает задачу управления ТП рассматривать более широко, начиная от создания предпосылок эффективной работы АСУТП путем соблюдения ряда принципов при создании технологических подразделений, временной координации процессов подготовки запуска в производство, и реализации элементов управления с помощью САПР ТП.

Условия реализации предлагаемых подходов к созданию ИС

Внедрение новых способов управления ПС невозможно без выполнения ряда условий, способствующих успешной реализации проекта.

1. Очередность работ.

А. В первую очередь целесообразно выполнять работы, связанные с конструкторско-технологической унификацией, силами работников конструкторских и технологических служб.

Б. Параллельно можно выполнять мероприятия по балансированию производственных мощностей.

Надо понимать, что указанные работы (А и Б) должны носить постоянный характер.

В. Разработка механизмов управления технологической подготовкой производства с целью сокращения цикла работы производственной системы за счет параллельного выполнения работ на стыке этапов: а) конструкторская подготовка – технологическая подготовка производства, и б) технологическая подготовка производства – организационно – управленческая подготовка производства.

Г. Внедрение концепции организационно-технологического проектирования технологических процессов. Основная трудность, как ни странно, в её реализации – приучить руководство производственной системы предприятия четко и конкретно формулировать целеуказание при выполнении заказа, из которого вытекает целевая функция при проектировании ТПр.

Вторая трудность – необходимость систематического мониторинга загрузки оборудования, что прибавляет работы диспетчерским службам.

2. Кадровая подготовка цехового управленческого персонала, особенно линейных мастеров и руководителей диспетчерских служб. В МП роль этого звена весьма высока, поэтому и несоизмеримо возрастают и требования к их квалификации. Они должны уметь вырабатывать управленческие решения.

Основная задача кадровой подготовки – научить управлению технологическими циклами и производственными мощностями, так как на практике нет подходящих для этих целей (для МП) цеховых управленческих автоматизированных систем класса «Scada».

3. Кадровая подготовка работников технологических служб, задача которой – научить их разрабатывать (перерабатывать) технологии в соответствии с целевой функцией, а не основе интуиции, а также обучить основам производственного управления.

4. Поэтапное внедрение информационно интегрированных автоматизированных систем проектирования технологических процессов, разработки управляющих программ для станков с ЧПУ и управления технологическими процессами, что значительно повысит оперативность решений. Для небольших предприятий, цехов (до 100-150 основных рабочих) принципиально возможна разработка специальных компактных систем [2, 9].

5. Готовность руководства предприятия вкладывать средства не только на развитие производственных мощностей, в техническое перевооружение, но и в повышение квалификации работников.

6. Ну и последняя, но возможно, самая сложная задача – выработать понимание чувства коллективной ответственности за результат у всех участников процесса изготовления заказа: конструкторов, технологов, цехового управленческого персонала, производственных рабочих. Здесь, как показывает опыт, не обойтись без формирования соответствующей корпоративной культуры и использования методов стимулирования деятельности работников, именно стимулов, а не анти-стимулов (наказаний).

Заключение

Предложенные подходы прошли опытную апробацию и поэтапное внедрение на одном из предприятий приборостроения г. Твери и показали свою состоятельность. В работе умышленно не затрагивались вопросы, скажем, комплексного процессного управления деятельностью предприятия, оптимизации функциональной структуры служб и подразделений предприятия, внедрение систем менеджмента качества, координации работы с подрядными организациями и т.п. Указанные задачи весьма серьезно затрагивают не только подразделения среднего звена, но и деятельность высшего руководства предприятий, фирм, их решение часто вызывает протест и отторжение у работников. Поэтому их действенная реализация, как правило, трудна, зависит во многом от воли руководителя, и является темой отдельного разговора.

Список литературы

1. Бурдо Г.Б., Палюх Б.В. Теоретические основы комплексной автоматизированной системы проектирования и управления технологическими процессами в многономенклатурном производстве // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия технические науки. – 2010. – №4(127). – С.44-54.
2. Бурдо Г.Б., Палюх Б.В., Семенов Н.А. Системы управления технологическими процессами в машиностроении: подходы к созданию интеллектуальных систем управления: монография. – Deutschland, Saarbruchen: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 287 с.
3. Бурдо Г.Б., Семенов Н.А., Исаев А.А. Автоматизированная система управления технологическими процессами в многономенклатурных производствах // Программные продукты и системы. –2012. – №1(97). – С. 80-83.
4. Burdo G.B. Improving the Technological Preparations for Manufacturing Production // Russian Engineering Research. 2017, vol. 37, no. 1, pp. 49-56.
5. Вумек Джеймс П., Джонс Дэниел Т. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании.– 7-е изд.; пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2013. – 472 с.
6. Капустин Н.М. Автоматизированная система проектирования технологических процессов. – М.: Машиностроение, 1979. – 287 с.
7. Womack James P., Jones Daniel T. Lean Thinking. – New York: Free Press, 2003. – 402 p.
8. Shigeo Shingo Kaizen. The Art of Creative Thinking. – Enna Product Corporation and PCS Inc, 2007. – 256 p.
9. Бурдо Г.Б., С.Н. Григорьев, В.Г. Митрофанов и др. Основы построения САПР ТП в многономенклатурном машиностроительном производстве: учебник. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. –280 с.

Сведения об авторах:

Бурдо Георгий Борисович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой;

Испирян Нина Васильевна – старший преподаватель;

Испирян Светлана Рафаиловна – к.т.н., доцент, доцент;

Мединцев Станислав Викторович – к.т.н., старший преподаватель.