

УДК 658.52.011

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОТЕЧЕСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ И ИХ РЕШЕНИЕ В ОРЕНБУРГСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

В.П. Ковалевский, А.И. Сердюк, А.А. Корнипаева



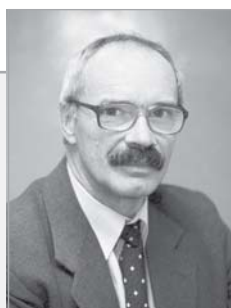
КОВАЛЕВСКИЙ
Владимир
Петрович

Профессор, доктор экономических наук. Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации. Ректор Оренбургского государственного университета. Направление научной деятельности - концепция и методология формирования и управления региональным университетским комплексом. Автор 176 научных трудов, в том числе 7 монографий и учебных пособий.



КОРНИПАЕВА
Альбина
Анваровна

Преподаватель кафедры технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов Оренбургского государственного университета. В 2004 г. с отличием окончила ОГУ по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств». Направление научной деятельности - автоматизированное составление расписаний гибких автоматизированных участков по принципу «точно в срок». Имеет 11 публикаций.



СЕРДЮК
Анатолий
Иванович

Профессор, доктор технических наук. Директор Аэрокосмического института Оренбургского государственного университета. Направление научной деятельности - разработка теории создания высокоэффективных производственных систем нового поколения с заданными свойствами. Автор 128 научных и учебно-методических трудов, в том числе 5 монографий и учебных пособий, 4 патента на изобретения.

Введение

Динамика российской жизни такова, что в пределах жизни одного поколения у каждого гражданина сформировался свой ответ на вопрос, что лучше: когда магазины завалены импортными товарами, а отечественные предприятия едва сводят концы с концами или когда в магазинах тотальный дефицит, а предприятия работают с полной нагрузкой?

Правильным будет ответ, что подобных ситуаций в экономике не должно быть в принципе, однако возможность самой постановки вопроса подчеркивает ту пропасть, которую за

© В.П. Ковалевский, А.И. Сердюк, А.А. Корнипаева, 2008

последние двадцать лет преодолело отечественное машиностроение.

К производству XXI века

Прошедшие годы мировое сообщество использовало по-разному. Россия – на смену общественно-политического строя, экономически развитые страны – на выполнение национальных и межгосударственных программ по гибкой автоматизации, на создание учебных и научных центров по проблемам компью-

ном городе. Довольны все: и заказчик, и хозяин интернет-магазинчика, например в Череповце, и владелец маленькой фирмы где-нибудь в Нидерландах, который мгновенно находит в базе данных электронный образ требуемой детали и передает по компьютерной сети заказ на ее изготовление в ГПЯ.

Что нужно сделать, чтобы отечественное машиностроение смогло достичь мирового уровня XXI в.

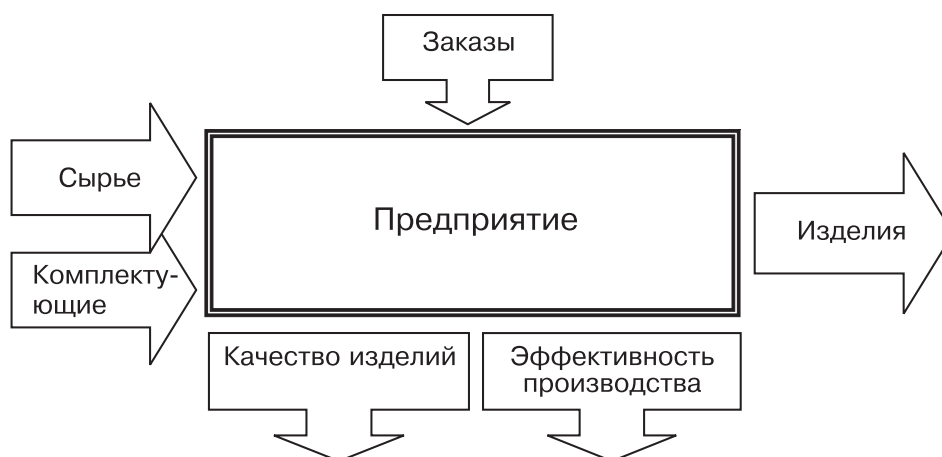


Рис. 1. Схема входных и выходных данных промышленного предприятия

терной интеграции производства и реконфигурируемым производственным системам.

В результате проведенных работ появились производства нового типа, не похожие на предприятия XX в. с серийным или массовым выпуском изделий, производства, оснащенных компьютерно управляемыми комплексами оборудования (согласно ГОСТ 26228-90 – гибкими производственными ячейками (ГПЯ)), работающими в течение 140 ч в неделю и по 20 ч в сутки в автоматическом режиме и осуществляющими выпуск продукции по конкретным заказам и в сжатые сроки. Сегодня свыше 73% американских фирм с числом работающих от 100 человек и выше используют в своей практике ГПЯ.

С примерами работы подобного производства сталкиваются многие владельцы стареньких иномарок: заказав с домашнего компьютера в интернет-магазине нужную запасную часть, через 3 – 5 дней, они получают ее в род-

Первоочередные задачи

1. Нужно обеспечить максимально возможный уровень двух комплексных показателей: качества выпускаемых изделий и эффективности производства (рис. 1).

При этом повышение только одного показателя бессмысленно: качественные изделия по цене, учитывающей баснословные издержки производства, либо дешевые изделия, но низкого качества, вряд ли заинтересуют потребителей.

Гарантом качества машиностроительных изделий выступают сырье, комплектующие и применяемые технологии. Под технологиями в широком смысле понимают применяемое оборудование, оснастку и инструменты, последовательность и содержание технологических операций.

Можно сколь угодно долго внедрять системы менеджмента качества, но при удовлетворяющем производстве уровне сырья и комплектую-

щих причиной брака будет либо неправильная технология, либо ее несоблюдение.

При этом не обязательно чтобы все технологические процессы на предприятии соответствовали мировому уровню. Так например, на Стерлитамакском станкостроительном заводе, благодаря умелому сочетанию возможностей собственного, хотя и не столь современного, литейного производства, импортных комплектующих и конструкторских находок удалось наладить выпуск металлорежущих станков мирового класса.

А на одном из предприятий Оренбуржья время хранения производственных запасов составляет порядка 68 суток, а время добавочной стоимости единицы продукции – около 2,5 часов. Предприятие практически выполняет функции большого склада, площади которого используются для хранения сырья и запасов незавершенного производства. Подобную ситуацию нельзя признать допустимой.

2. Необходимо сократить до минимума время выполнения заказов.

Известно, что любая экономия в конечном счете сводится к экономии времени. Устраняя потери, лишние действия, простои, предприятие повышает эффективность производства, сокращает время выпуска, стоимости незавершенного производства, площади под межоперационные заделы, объемы и сроки оборачиваемости материальных средств. Задача сокращения потерь приобрела для отечественного машиностроения глобальный характер, поскольку процесс возрождения происходит не в привычной для работников форме серийного производства, а в условиях небольших по объему постоянно меняющихся заказов, когда невозможен расчет оптимального размера партий на основе учета затрат на переналадку оборудования и незавершенное производство.

Значительная экономия времени достигается за счет использования компьютерных технологий, обеспечивающих сквозной безбумажный цикл передачи информации от заказа до готового изделия. Однако при кажущейся

насыщенности рынка компьютерных программных средств для подготовки производства есть ряд практических проблем, не реализованных или частично реализованных в современных CAD/CAE/CAM/ERP-системах.

Проблемы и решения

Первая проблема. Несогласованность систем технологической подготовки производства и оперативно-производственного планирования.

Ориентация на западные стандарты формализованного описания изделий и планирования ресурсов предприятия часто заводит в тупик: импортная CAD-система после подготовки чертежа готова приступить к формированию управляющих программ (УП) для изготовления детали. Тем самым упускается традиционный для отечественного производства этап технологической подготовки, связанный с разработкой технологических операций, назначением числа технологических переходов, выбором режущих инструментов, их траектории движения, режимов резания. Вместе с тем станкоемкость и трудоемкость технологических операций, рассчитываемых в результате технологической подготовки, служат основой производственного нормирования.

Установлено, что разные методики нормирования режимов резания допускают разброс трудоемкости в 53–54% внутри одной методики и примерно в 195% между расчетами по разным методикам. Такой разброс соответствует режимам резания, обеспечивающим гарантированную точность обработки. Следовательно, на вход ERP-систем, призванных обеспечить оптимальное использование производственных ресурсов, могут поступать данные о трудоемкости изделий, имеющие погрешность до 200%.

Работа производственного участка механообработки в планируемый период времени в зависимости от решений вышестоящей (MES) системы управления может быть организована по разным критериям: по наименьшей себестоимости обработки, по наибольшим значе-

ниям производительности или загрузки оборудования. Разные критерии эффективности могут потребовать использование различных технологических режимов. Ограничения, например по факту отсутствия какого-либо режущего инструмента на складе, могут привести к ограничению его номенклатуры. Однако указанные критерии и ограничения в известных автоматизированных системах технологической подготовки производства (АСТПП) не учитываются.

Таким образом, существующий диапазон варьирования технологических режимов и отсутствие учета в АСТПП критериев эффективности функционирования производства затрудняют разработку УП, соответствующих текущим задачам ERP-системы. Данное противоречие ставит под сомнение точность производственного планирования, эффективность работы производственного оборудования и предприятия в целом, сроки выпуска и поставки изделий потребителям.

Для решения данной проблемы в Аэрокосмическом институте Оренбургского государственного университета (АКИ ОГУ) разработана система поддержки принятия решений (СППР) при оперативном выборе режимов резания по текущим критериям планирования работы производственных подразделений, основанная на разработке и системной интеграции программных продуктов различного назначения. Согласованное взаимодействие АСТПП–ERP, обеспечиваемое в результате использования разработанной методики и программных средств, позволяет дополнительно получить до 30% экономии за счет снижения себестоимости механической обработки [1].

Вторая проблема. Отсутствие формализованного аппарата для описания производственного процесса предприятия.

Решение задач оптимизации производства требует разработки компьютерных моделей, выступающих своего рода передаточными функциями между входными данными об изделиях, оборудовании, технологиях, диспетчерских

решениях, с одной стороны, и выходными данными в виде показателей эффективности производства, с другой. Наличие таких моделей позволило бы осуществить автоматизированный анализ эффективности принимаемых инженерных решений и автоматизированный синтез оптимальных входных данных, соответствующих текущим критериям эффективности производства.

Известные западные модели менеджмента производства и их применение к российским реалиям сегодня трансформируются в идеологию «бережливого производства». Трудность практического внедрения подобной идеологии состоит в отсутствии ее теоретического описания, которое, как правило, сводится лишь к нескольким обобщенным принципам, а вот практика ее реализации на каждом конкретном предприятии весьма различна.

Существующие системы оперативного планирования позволяют составить расписание работы производства, однако при этом не учитываются потери, возникающие при работе технологического и сервисного оборудования.

Методический аппарат построения карт потока создания ценностей основан на изображении материальных и информационных потоков производства посредством условных графических обозначений, однако он не может быть использован для компьютерного анализа и синтеза.

Идеология построения систем имитационного моделирования, основанная на использовании теории массового обслуживания, принципиально не пригодна для автоматизированного синтеза. При этом отечественные разработки практически отсутствуют, а западные характеризуются высокой стоимостью и поставляются в виде «черного ящика» без гарантии соответствия рекламируемых возможностей реально имеющимся [2].

Для формализованного описания производственных процессов в АКИ ОГУ разработан метод автоматизированного построения циклограмм [3], в настоящее время представленный рядом программных продуктов для

моделирования работы производства [4–7]. Изначально метод циклограмм был ориентирован на моделирование ГПЯ с взаимозаменяемым составом технологического оборудования. В настоящее время метод применяется для моделирования работы производственных участков и цехов с комбинированным и взаимозаменяемым составом оборудования с точностью до технологической операции или технологического перехода, учитывает работу множества транспортных средств и использование различных комплектов правил обслуживания.

Применение разработанных программ моделирования позволяет на основе многовариантного анализа и подбора оборудования, технологий и диспетчерских решений обеспечить максимально возможные значения показателей загрузки, производительности или срока окупаемости производственной системы. Однако процесс формирования оптимальных входных данных весьма трудоемок и во многом зависит от квалификации пользователя.

Для автоматизации процедур синтеза оптимальных инженерных решений разработан метод оптимизации, основанный на применении собственных алгоритмов моделирования производства и генетических алгоритмов [8, 9].

Согласно расчетам, за счет оптимизации проектных параметров и эксплуатационных режимов можно сократить срок окупаемости производственной системы на 25–30%: с 3 до 2 лет, с 5 лет до 3,3 года. Более того, возможен синтез совокупности проектных параметров и эксплуатационных режимов, обеспечивающих теоретически любой заданный срок окупаемости производственной системы [10].

Третья проблема. Неэффективность внедрения локальных ГПЯ.

Поэтапное техническое перевооружение машиностроительных предприятий на базе компьютерно управляемых комплексов оборудования связано с проблемой неэффективности локальной автоматизации: ГПЯ резко увеличивают пропускную способность лишь на отдельных участках производственного цикла, что ни-

как не отражается на повышении пропускной способности всего предприятия. Поэтому внедрение ГПЯ требует полной реструктуризации предприятия, так как в противном случае это приводит лишь к необоснованным капитальным затратам и простоям дорогостоящего оборудования.

Подходом к решению проблемы может служить проектирование ГПЯ под сложившуюся или требуемую пропускную способность смежных производственных подразделений. Для реализации такого подхода в АКИ ОГУ были разработаны формализованный аппарат и инструментальные средства формирования технического задания на создание ГПЯ и ее компонентов, исходя из выявленной пропускной способности предприятия. Доказана возможность создания ГПЯ, которые: а) состоят из любого числа станков, необходимых для обеспечения заданной производительности; б) функционируют со средней загрузкой 87–90%; в) имеют срок окупаемости, превышающий экономически рассчитанный минимум на 8–20% [11].

Решение перечисленных проблем привело к разработке ряда программных продуктов для решения практических инженерных задач. Например, нормирование обработки резанием [12]; оперативный расчет потребности в инструментах под текущую программу выпуска изделий [13]; оценка эффективности технологических процессов для станков типа «обрабатывающий центр» и производственных систем на их основе; разработка технического задания на создание или модернизацию производственной системы; оценка сроков окупаемости по вариантам создания производственной системы; организация эффективной эксплуатации компьютерно управляемых станочных систем.

Учить решать проблемы

Программные продукты для решения вышеперечисленных задач, основаны на оригинальных методах решения, специально разработанном математическом аппарате и алго-

ритмах формализованного представления данных. Совокупность методов, математического аппарата и формализованных алгоритмов в систематизированном виде излагаются в учебном курсе [14], предназначенном для подготовки и переподготовки кадров инженеров-машиностроителей.

В АКИ ОГУ этот курс преподается в рамках дисциплин регионального компонента студентам следующих специальностей: 151001.65 – технология машиностроения, 220301.65 – автоматизация технологических процессов и производств и 230104.65 – системы автоматизированного проектирования. Курс прошел презентацию в Московском государственном технологическом университете «Станкин» и в Московском авиационном институте. Преподавание курса постоянно совершенствуется и развивается с учетом последних разработок коллектива студентов и аспирантов. За разработку электронного варианта курса его авторы в 2007 г. были удостоены премии Правительства Оренбургской области. В последние годы эта работа получила финансовую поддержку в рамках единого заказа-наряда Минобрнауки России; в 2008 г. на продолжение разработок были выделены два гранта РФФИ. С учетом диссертационных работ, защищенных по рассмотренным проблемам в 2007 г., можно сделать вывод о наличии в аэрокосмическом институте ОГУ развивающейся научной школы в области теории создания автоматизированных производственных систем нового поколения с заданными свойствами.

Дальнейшее развитие научного направления предполагает совершенствование содержания смежных учебных дисциплин и разработку смежных научных направлений. К примеру, потребность в хорошей подготовке студентов в области программирования вылилась в разработку электронного учебного пособия «Разработка инженерных приложений в среде Delphi», содержащего 16 последовательных тем практических занятий – от написания простейшей программы для нахождения суммы чисел до разработки собственной программы

моделирования ГПЯ с графической иллюстрацией результатов.

Научные разработки в области формализованного описания проектно-производственной среды включают также использование 3D моделей изделий в формате Step для передачи информации на этап выполнения размерного анализа технологического процесса.

Заключение

В отечественной истории можно найти множество примеров развития и восстановления практически не существующего или разрушенного производства. Сейчас на повестке дня стоит вопрос о необходимости создания пятого приоритета в деятельности государства, ибо существующие сегодня известные четыре национальных приоритета не могут быть реализованы в полной мере без машин, оборудования, приборов, всего того, что является продукцией машиностроительной отрасли [16].

Список литературы

1. Корнипаев М.А. Совершенствование оперативного планирования в АСУП на основе ситуационного управления технологическими режимами: Автореферат дисс. ... кандидата технических наук. – Оренбург, 2007. – 16 с.
2. Сердюк А.И. К проблеме подготовки инженеров в области гибких производственных систем // Машиностроение и инженерное образование. 2005. № 4. С. 52–61.
3. Сердюк А.И., Сергеев А.И. Метод циклограмм в построении компьютерных моделей ГПС // Автоматизация и современные технологии. 2005. № 11. – С. 17–23.
4. Сердюк А.И., Сергеев А.И. Интегрированная система расчета и моделирования ГПС механообработки «Каскад» // Отраслевой фонд алгоритмов и программ Минобрнауки России. Код 00342134.00034-01 от 11.04.2005.
5. Сердюк А.И., Сергеев А.И., Гильфанова Ф.Ф. Система моделирования гибких производственных ячеек механообработки методом циклограмм «Modeling»: Свидетельство об

- отраслевой регистрации разработки № 4569 в Отраслевом фонде алгоритмов и программ. – М. 20.01.2006. – 707 Кб.
6. Сердюк А.И., Гильфанова Ф.Ф., Рахматуллин Р.Р. Программа многокритериальной оценки проектных решений в гибких производственных ячейках механообработки «Fania»: Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006611542 от 6.05.2006. М.: Роспатент, 2006. – 707 Кб.
7. Сердюк А.И., Корнипаева А.А., Гильфанова Ф.Ф. Программа составления расписаний работы и расчета показателей эффективности гибких автоматизированных участков механообработки: Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 5581 в Отраслевом фонде алгоритмов и программ. – М. 20.01.2006. – 672 Кб. [Текст].
8. Сергеев А.И. Автоматизированный синтез технических параметров реконфигурируемых производственных систем: Дисс. ... канд. техн. наук. – Оренбург, 2007. – 214 с.
9. Сердюк А.И., Сергеев А.И. Система автоматизированного проектирования параметров производственных ячеек механообработки «ProSintez»: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006612181 от 04.05.2006. – М.: Роспатент, 2006. – 3325 Кб.
10. Сердюк А.И., Сергеев А.И. Проектирование гибких производственных систем с заданным сроком окупаемости // Станки и инструмент. 2005. № 11. С.20–25.
11. Рахматуллин, Р.Р. Повышение эффективности реконструкции машиностроительного производства с подразделениями разных уровней автоматизации: Дисс. ... канд. техн. наук. Оренбург, 2007. – 186 с.
12. Сердюк А.И., Чередниченко О.Г., Корнипаев М.А. Программа нормирования обработки резанием в машиностроении «НОРМА»: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006614074 от 28.11.2006. – М.: Роспатент, 2006. – 109 Кб.
13. Сердюк А.И., Сергеев А.И. Программный модуль объемных расчетов ГПС механообработки «Экспресс-анализ» // Отраслевой фонд алгоритмов и программ Минобрнауки России. Код 02069024.00035-01 от 11.04.2005.
14. Сердюк А.И., Сергеев А.И., Корнипаев М.А. Электронный учебный курс «Основы создания ГПС механообработки»: Свидетельство об отраслевой регистрации разработки. Код программы по ЕСПД .02069024.00033-01, инв. номер ФАП 4564 (инв. номер ВНИЦ. 50200500450). – М.: ОФАП, 2005. – 105000 Кб.
15. Сердюк А.И., Сергеев А.И., Фадеев С.В. Электронное учебное пособие «Разработка инженерных приложений в среде Delphi»: Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 10091 от 27.03.08. – М.: ОФАП, 2008. – 2351 Кб.
16. Реструктуризация и инновационное развитие машиностроения станут национальными приоритетами. http://www.mashportal.ru/machinery_news-11044.aspx