

ВЗАИМОСВЯЗЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Г.Б. БУРДО, д-р техн. наук, А.Н. БОЛОТОВ, д-р техн. наук

Тверской государственный технический университет,
170026, Тверь, наб. Аф. Никитина, 22, e-mail: gbtms@yandex.ru

© Бурдо Г.Б., Болотов А.Н., 2024

Предложен новый подход к организации взаимодействия автоматизированных систем машиностроительных предприятий. Показано, что эффективное внедрение и использование автоматизированных систем возможно лишь на основе исследования и оптимизации процессов деятельности машиностроительного предприятия путем анализа и оценки качества выполнения функций участниками различных процессов деятельности предприятия. Методология базируется на выявлении главного функционального процесса, в рамках которого выполняются подготовка производства и выпуск готовой продукции и определяются временной параметр и вспомогательные процессы. Сформулированы принципы, необходимые для создания комплекса автоматизированных машиностроительных систем. Проанализированы роль и место каждой из наиболее важных функциональных автоматизированных систем. Приведены соображения относительно последовательности реализации проекта по цифровизации машиностроительного производства.

Ключевые слова: машиностроительное производство, автоматизированные системы проектирования и управления, управление процессами, производственный процесс, управление жизненным циклом.

DOI: 10.46573/2658-5030-2024-2-89-99

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее важных задач в машиностроении, является его цифровизация. К настоящему времени в машиностроительной отрасли используется множество автоматизированных систем различного функционального назначения:

- системы автоматизированного проектирования (САПР ТП, САМ);
- автоматизированные системы конструкторской подготовки производства (CAD, CAE);
- автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП, Scada);
- автоматизированные системы управления ресурсами (ERP-системы);
- система управления взаимоотношениями с клиентами (CRM);
- автоматизированные системы поддержки жизненного цикла изделия;
- автоматизированные системы управления бизнес-процессами и ряд других [1–16].

Как правило, внедрение готовых решений по данным системам вызывает ряд трудностей, связанных с необходимостью изменять алгоритмы действий участников процессов, а также дублировать цепочки передачи информации (передача информации в системы в соответствии с существующими производственными процессами), так как

большинство систем работают автономно в пределах производственных подразделений.

Основная причина указанных проблем, определяющих неэффективное (а иногда и просто формальное) использование автоматизированных систем, заключается в том, что инициаторами и заказчиками разработки указанных систем чаще всего являются IT-специалисты, не всегда вполне четко представляющие структуру процессов деятельности машиностроительного предприятия. Еще одной причиной низкой эффективности использования автоматизированных систем является желание переносить (тиражировать) их в абсолютно другие организационно-технологические системы, далекие от машиностроительных.

Исходя из вышесказанного, целью авторов было выявление методологических закономерностей, используемых при разработке и увязке комплекса автоматизированных систем на машиностроительных предприятиях, а также помощь руководителям предприятий в выборе средств автоматизации и интеллектуализации инженерного труда.

1. СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

К сожалению, в научных публикациях, посвященных определению цели функционирования как машиностроительных, так и других типов предприятий, авторами (подавляющее большинство которых составляют представители экономической школы) постоянно подпитывается идея о том, что главной целью функционирования предприятия является максимальное извлечение прибыли.

Отсюда непонимание смысла деятельности машиностроительной фирмы и не вполне обоснованное придание главенствующей роли экономическим процессам на предприятии, и мысль о динамичном перетекании капиталов в более прибыльные отрасли. Хотелось бы увидеть, каким образом при теперешней жесточайшей конкуренции, диктате на рынке потребителя продукции и сильном государственном управлении можно свободно войти в ту, либо иную прибыльную область промышленности, энергетики, нефти и – газодобыче и т.д. Поэтому каждый предприниматель, каждое предприятие жестко отстаивает занимаемые ими сегменты рынка.

Отсюда и глобальная цель функционирования любого предприятия, в том числе и машиностроительного, обозначаемая как выпуск продукции в соответствии с параметрами качества (последние определяются ее потребителем) в заданные сроки и в заданном количестве. Вопросы экономики – производные от основной цели, и от способа и уровня управления производственным процессом.

2. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС В МАШИНОСТРОЕНИИ

Вернемся к машиностроительным производственным системам, как объекту нашего исследования. Предприятие работает, выпускает продукцию, нередко с использованием автоматизированных систем, так почему же возникает некое их неприятие (не берем системы учета)? Ответ, как это ни парадоксально, очень прост: причина в забвении таких фундаментальных понятий машиностроения, как «производственный процесс» и «технологический процесс». Рассмотрим эти понятия.

Производственный процесс представляет собой совокупность *всех* действий людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления и ремонта выпускаемых изделий [17–19].

Таким образом, можно отметить два важнейших для определения структуры комплекса автоматизированных систем момента.

1. Производственный процесс включает действия (процессы) по изготовлению, сборке и ремонту изделий; по контролю качества продукции; по хранению и перемещению продукции на всех стадиях производства; по материально-техническому обеспечению; по организации рабочих мест; по управлению всеми техническими службами и производством; по технической подготовке производства; действия, связанные с финансовым обеспечением выпуска продукции; действия по сбыту продукции и другие, т.е. именно совокупность *всех* действий.

2. Словами определения «на данном предприятии» подчеркивают, что структура производственного процесса на конкретном предприятии, несмотря на кажущееся сходство с другими предприятиями, всегда имеет существенные особенности, обусловленные типом и серийностью продукции, способом распределения функций между подразделениями, традициями предприятия, квалификацией кадров и рядом других причин.

Какие же принципы создания автоматизированных систем необходимо уяснить, анализируя вышесказанное?

1. Автоматизированные системы должны интеллектуализировать труд работников и повышать его производительность, а не становиться «довеском» к существующим методам работы.

2. Автоматизированные системы должны использоваться для выполнения определенных функций участниками производственного процесса.

3. Реализация автоматизированных систем должна начинаться с исследования и оптимизации структуры производственного процесса и функций его участников.

4. Структура производственного процесса на каждом предприятии имеет свои особенности, что не всегда допускает простое тиражирование автоматизированных систем.

Ранее было определено, что производственный процесс включает в себя ряд процессов. Возникает вопрос: какой из них является главенствующим?

Вспомним основную цель функционирования машиностроительного предприятия: выпуск продукции в соответствии с параметрами качества, определяемыми ее потребителем, в заданные сроки и в заданном количестве. Очевидно, что главенствующими процессами на машиностроительном должны быть процессы по созданию (выпуску) продукции, а именно технологические процессы изготовления изделий и процессы по технической подготовке машиностроительного производства.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПРОЦЕССЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрим эти понятия с точки зрения реализации автоматизированных систем.

Технологические процессы – части производственного процесса, во время которых происходит изменение и определение качественного состояния (формы, размеров, химических и физико-механических свойств материала, качества поверхностей, внешнего вида, контроль качества и т.п.) объекта производства, а также действия, сопровождающие это изменение [17–19]. Это технологические процессы заготовительного производства, механической обработки, сборки, контроля и испытаний продукции, термической обработки, окраски.

Однако технологические процессы являются завершающей стадией процесса изготовления изделия, а предваряет создание изделия техническая подготовка производства, включающая в себя:

1) процессы конструкторской подготовки производства, т.е. всю стадийность процессов проектирования и конструирования изделия с выпуском полного комплекта конструкторской документации, и процессы управления конструкторской подготовкой производства; грамотное проведение конструкторской подготовки производства обеспечивает получение конструкции изделия заданного техническим заданием технического уровня;

2) процессы технологической подготовки производства: разработку технологических процессов изготовления изделия, проектирование и изготовление средств технологического оснащения (СТО), оформление заявок на приобретение СТО, а также управление процессами технологической подготовки; грамотное выполнение технологической подготовки производства обеспечивает готовность предприятий к реализации технологических процессов, обеспечивающих выпуск продукции заданного качества в заданные сроки и в заданных объемах;

3) процессы организационной подготовки производства, т.е. действия по организации технологических процессов, по всем видам планирования и управления технологическими процессами.

Необходимо отметить, что указанные группы процессов осуществляются параллельно-последовательно с целью сокращения длительности общего цикла технической подготовки производства.

Таким образом, основными процессами по изготовлению продукции на машиностроительном предприятии являются процессы технической подготовки производства и технологические процессы по выпуску продукции. Эти два вида основных процессов следует рассматривать как единый процесс по выпуску продукции и управлять им как единым целым.

Исходя из этого, можно сформулировать следующие принципы создания автоматизированных систем:

поскольку основными процессами по изготовлению продукции на машиностроительном предприятии являются процессы технической подготовки производства и технологические процессы по выпуску продукции, автоматизированные системы должны в первую очередь облегчать реализацию этих процессов;

в рамках управления процессами нельзя отрывать указанные процессы один от другого, так как они направлены на одну и ту же цель: выпуск продукции нужного качества в нужных объемах и в заданные сроки, поэтому автоматизированные системы технической подготовки производства САПР ТП, САПР К, автоматизированного управления технологическими процессами (АСУТП) и управления качеством продукции должны быть информационно интегрированы и иметь прямые и обратные связи.

Могут спросить: а в чем заключается экономический аспект всего этого? Сделаем некоторые уточнения, разъяснив роль и суть экономических подходов.

Нужно понимать, что техническая подготовка производства ведется, как правило, в нескольких вариантах, обеспечивающих техническую сторону производства (выпуск продукции заданного качества, в заданные сроки и в заданных объемах). Вот здесь и понадобятся сравнительные экономические прикидки по себестоимости изделия. Экономика как аппарат оперирует с сопоставимыми техническими решениями, техническими объектами. Кроме того, необходимо хорошо себе представлять, как, оперируя параметрами конструкции изделия и технологического процесса, можно влиять на себестоимость изделия. То же относится и к определению объема финансирования.

Макроэкономические соображения оставим в стороне как весьма сомнительные с точки зрения применимости их в конкретной производственной деятельности.

Тогда сформулируем еще один принцип: техническая сторона производства первична, а экономические вопросы производны от нее, и никак не наоборот; следовательно, автоматизированные системы, связанные с экономической стороной деятельности предприятия, иерархически подчинены АСУТП, САПР ТП, САПР К.

4. ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

В последнее десятилетия весьма активно обсуждаются процессы управления качеством продукции и, следовательно, место автоматизированных систем управления качеством [20, 21].

В соответствующей литературе можно встретить спорное, на наш взгляд, утверждение о том, что управление качеством – это способ управления деятельностью машиностроительного предприятия. Отсюда недалеко до тезиса, что система управления качеством представляет собой некое самостоятельное образование.

Попробуем разобраться во всем этом.

Выясним, о каком уровне качества идет речь? Очевидно, о том, которое диктуется потребителем и которое мы хотим получить на выходе.

Где формируется качество? Очевидно, на процессах по изготовлению продукции на машиностроительном предприятии, а именно на процессах технической подготовки производства и на технологических процессах по выпуску продукции. Понятно, что в процессе производства мы используем покупные материалы, полуфабрикаты и комплектующие, поэтому на процессы изготовления деталей они должны поступать требуемого качества.

Где и как контролировать качество и управлять им? Представив вышеперечисленные процессы в виде взаимосвязанных завершенных по смыслу частей (этапов) и сравнивая получаемые на этих частях (этапах) общего процесса результаты с требуемыми с точки зрения качества (эти последние являются производными от технического задания на продукцию) мы можем сделать вывод об уровне качества решения (о возможности дальнейшего действия – перехода к следующим частям общего процесса или уточнения решения) [22].

Следовательно, можно сформулировать еще один принцип создания комплекса автоматизированных систем: с учетом того, что процессы управления качеством непосредственно встроены в основные производственные процессы, а уровень качества определяется системой управления организацией для его обеспечения в производстве, автоматизированные системы управления качеством продукции предприятия иерархически подчинены АСУТП, САПР ТП, САПР К.

5. ERP-СИСТЕМЫ ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Не обойдены вниманием в последнее время и ERP-системы (Enterprise Resource Planning (ERP) – распределение ресурсов предприятия), иногда представляемые как универсальное средство для решения всех вопросов, связанных с деятельностью предприятия [14]. Позволим не согласиться с этим тезисом по следующим соображениям:

1. Указанные системы предназначены в основном для крупных предприятий; для средних, а тем более малых предприятий они оказываются слишком громоздкими.

2. ERP-системы включают набор модулей для управления финансами, трудовыми и материальными ресурсами, поставками, продажами, запасами, документооборотом и т.д. Но зададимся вопросом: с какой целью функционируют системы?

Ответ очевиден: для обеспечения возможности реализации основных производственных процессов, а следовательно, ERP-системы обслуживают их. Все сведения о потребном количестве ресурсов различных видов определяются на основе результатов выполнения работ на этапах технической подготовки производства и планирования управления технологическими процессами.

Отсюда еще один принцип внедрения комплекса автоматизированных систем: ERP-системы для крупных машиностроительных предприятий обслуживают основные производственные процессы машиностроительного производства и получают исходную информацию от САПР К, САПР ТП и подсистем объемного и календарного планирования в составе АСУТП. Для средних и малых предприятий роль ERP-систем играют отдельные программные средства.

6. МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ПРОДУКЦИИ

Методология управления жизненным циклом продукции (или, как ее еще называют, методология управления данными об изделии, что, на наш взгляд, более точно отражает ее суть) представляет достаточный практический интерес для машиностроительных предприятий в двух аспектах:

в разрезе дифференциации процессов деятельности организаций, и это позволяет уточнить, какая часть общего жизненного цикла изделия реализуется на каждом предприятии;

с точки зрения хранения и обмена информацией внутри предприятия и между предприятиями, реализующими весь жизненный цикл изделия, благодаря чему можно структурировать ее потоки.

На основании вышеизложенного сформулируем следующий принцип создания комплекса автоматизированных машиностроительных систем [6]:

автоматизированные системы поддержки жизненного цикла целесообразно использовать как средство информационного обмена в пределах каждого предприятия, а также между предприятиями, в рамках которых реализуется жизненный цикл изделия. В пределах одного предприятия автоматизированные системы поддержки жизненного цикла помогают информационно интегрировать как основные функциональные автоматизированные системы (используемые для автоматизации функций основных производственных процессов) между собой, так и основные функциональные автоматизированные системы со вспомогательными (автоматизируют функции неосновных процессов предприятия).

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ПРЕДПРИЯТИЯ

В первую очередь уясним, что мы будем понимать под структурой производственного процесса. Как системный объект, структуру производственного процесса можно определить следующим образом:

$$PP = \{F, K, I, S, T\},$$

где F – основная функция производственного процесса, являющаяся логическим объединением частных функций f_j каждого процесса, $F = \bigvee_1^K f_j$; K – число процессов в производственном процессе; I – иерархия процессов; S – функциональные связи между процессами (функциональная структура); T – временные связи между процессами (временная структура).

Следует иметь в виду, что процессы не ограничиваются рамками одного структурного подразделения [23]. Структуру производственного процесса следует строить начиная с основного функционального процесса. Как мы определили выше, основной функциональный процесс (процесс первого уровня иерархии) включает процессы технической подготовки производства (конструкторской, технологической и организационной) и технологические процессы по выпуску продукции.

Этот процесс определяет временной параметр и вспомогательные процессы, сопровождающие основной функциональный. Такими вспомогательными процессами являются процессы финансового обеспечения, материального обеспечения, кадрового обеспечения, и организационного обеспечения. Это процессы второго уровня иерархии, необходимые для реализации основного функционального и логически с ним связанные.

Процессы второго уровня в свою очередь определяют процессы третьего уровня иерархии, функционально связанные с процессами второго уровня и необходимые для их реализации. Например, для реализации технологических процессов необходимо иметь соответствующие материалы и полуфабрикаты (то есть выполнить процессы материально-технического обеспечения, второй уровень иерархии); с этой целью необходимо предусмотреть определенные финансовые резервы, своевременно произвести оплату, т.е. осуществить процессы третьего уровня.

Глубина расчленения процессов определяется возможностью управления ими в рамках конкретной организации. Следует определить также степень детализации процессов на операции в пределах одного уровня. Такое расчленение рекомендуется производить, исходя из возможности оценки промежуточных результатов и из смысловой завершенности операции. Например, если на предприятии функционирует система управления качеством, то степень дифференциации следует выполнять исходя из возможности оценки влияния промежуточного результата на конечный результат процесса.

Для чего необходимо представление всей деятельности предприятия в виде процессов?

Во-первых, это показывает, что любая деятельность на предприятии – это не единовременное действие, а процесс, реализуемый несколькими участниками и имеющий определенную длительность, обусловленную параллельно-последовательным способом выполнением действий.

Во-вторых, с целью выделения функциональных взаимосвязанных процедур, направленных на реализацию законченной функции и проходящих через несколько подразделений организации, т.е., по сути, для формирования функциональной структуры предприятия или организации.

В-третьих, для того чтобы выявить связи, реализуемые между подразделениями организации и необходимые для выполнения производственного процесса.

И, в-четвертых, для определения вида специализированных автоматизированных систем, необходимых для повышения эффективности и уровня интеллектуализации труда.

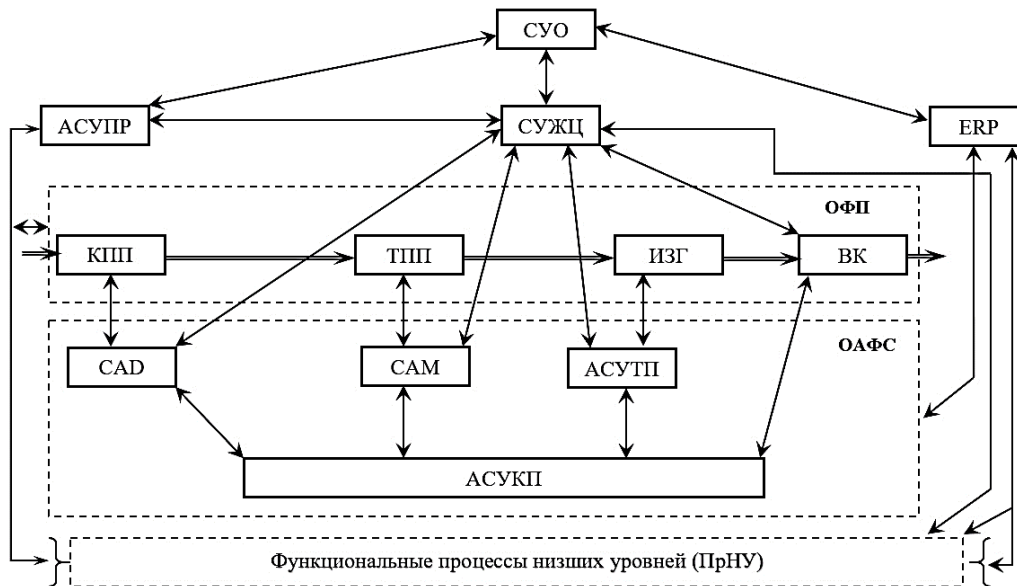
Вне сомнения, все процессы, реализуемые на предприятии, должны подлежать управлению, в том числе и с помощью автоматизированных систем. С этой целью можно предложить следующие принципы их создания:

все без исключения процессы должны быть синхронизированы по времени;
основной функциональный процесс в обязательном порядке дополнительно должен подлежать управлению по качеству выпускаемой продукции.

Понятно, что, анализируя и выявляя процессы, мы должны стремиться и к их улучшению.

8. СОСТАВ И ВЗАИМОСВЯЗЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

На взгляд авторов, один из возможных вариантов организации функционирования автоматизированных систем показан на рисунке.



Взаимосвязь автоматизированных систем

Основной функциональный процесс (ОФП) включает следующие основные этапы:

- конструкторскую подготовку производства (КПП);
- технологическую подготовку производства (ТПП);
- изготовление продукции (ИЗГ);
- выходной контроль (ВК).

Система управления организацией (СУО) определяет способы и методы реализации всех видов действий, осуществляемых в организации.

Автоматизированная система управления процессами (АСУПР) имеет прямые и обратные информационные связи с СУО и непосредственно управляет основными и вспомогательными процессами, а также имеет информационные связи с системой управления жизненным циклом изделия (СУЖЦ). Последняя аккумулирует и распределяет информацию между пользователями (СУО; основной функциональный процесс; процессы низших уровней (PrНУ); основные автоматизированные функциональные системы (ОАФС): САД (конструкторская подготовка производства), САМ (технологическая подготовка производства), АСУТП (управление технологическими процессами), АСУКП (управление качеством продукции); АСУПР, ERP-система). Основные автоматизированные функциональные системы обеспечивают автоматизацию инженерной деятельности в рамках ОФП.

Основные автоматизированные функциональные системы непосредственно встроены в основной функциональный процесс.

ERP-системы обслуживают основные и вспомогательные производственные процессы машиностроительного производства и обмениваются информацией с CAD, CAM и АСУТП через СУЖЦ.

Таким образом, данная схема обеспечивает достаточно простой обмен информацией и отвечает установленным принципам создания автоматизированных систем.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализируя предлагаемый подход, можно увидеть следующие положительные моменты применения автоматизированных систем на машиностроительном предприятии:

1. Использование автоматизированных систем не навязывается какой-то искусственный подход, несвойственный инженерной деятельности в машиностроительных производствах.

2. Автоматизированные системы представляют собой не центры принятия решений, а средства поддержки инженерно-управленческих решений.

3. Применение средств автоматизации и интеллектуализации труда не нарушает логики процессов функционирования машиностроительных предприятий.

4. Создаются предпосылки для исключения дублирования потоков информации и дублирования функций в рамках производственного процесса машиностроительного предприятия.

5. Становятся понятной иерархичность процессов машиностроительного предприятия и более очевидными рычаги управления фирмой.

6. Реализация автоматизированных систем не требует переобучения персонала.

Можно констатировать, что предлагаемый способ взаимодействия автоматизированных систем полностью укладывается в концепцию цифровой экономики, но при этом весьма важным представляется сохранение принятых в машиностроении алгоритмов реализации процессов деятельности. В противном случае у работников возникает непонимание и неприятие способов деятельности и, как результат, отказ от использования таких систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Говоря о применении автоматизированных систем, необходимо для каждого конкретного машиностроительного предприятия определить последовательность реализации проекта по его информационной увязке (по реализации идеологии цифровизации) [24].

Считаем, что можно предложить такую последовательность действий:

1. Выявить и структурно выделить основной функциональный процесс в рамках производственного процесса предприятия.

2. Выявить взаимосвязанные с ним процессы следующего уровня.

3. Усовершенствовать временные, функциональные и информационные связи между всеми процессами.

4. Определить способ управления процессами предприятия.

5. Определить, какие функциональные автоматизированные системы необходимы для автоматизации инженерного труда в рамках основного процесса.

6. Определить, какие автоматизированные системы необходимы для автоматизации инженерного труда в рамках процессов низших уровней.

7. Определить систему поддержки жизненного цикла изделия, выполняющую функции хранения и обмена информацией между различными автоматизированными подсистемами.

8. Организовать информационный обмен между автоматизированными системами.

Как следует из вышесказанного, состав информационных систем определяется исходя из потребностей основного функционального процесса. Логика тут простая: мы хотим улучшить то, что уже делаем, а не перестраивать процессы деятельности организации под автоматизированные системы. Такой подход соответствует логике любой человеческой деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверченков В.И., Казаков В.С., Казаков П.В. Методология интеллектуального проектирования технических систем на основе имитационных моделей // *Техника машиностроения*. 2002. № 3. С. 18–27.

2. Андрейченко А.Н. «Вертикаль» – новое поколение технологических САПР: объектный подход // *САПР и графика*. 2005. № 6. С. 30–35.

3. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 304 с.

4. Беззуб А.В., Чилингаров К.М. «Старый новый» метод автоматизации проектирования техпроцессов // *САПР и графика*. 2006. № 6. С. 10–16.

5. Боткин Ю.А., Голдовский П.С. Интегрированная САПР и модульное проектирование // *САПР и графика*. 2005. № 6. С. 45–50.

6. Бурдо Г.Б. Принципы построения автоматизированной системы управления технологическими процессами в многономенклатурных производствах // *Вестник Саратовского государственного технического университета*. 2010. № 3 (48). С. 113–118.

7. Денисов А.Р., Левин М.Г. Подходы к организации конструкторско-технологической подготовки производства // *Проблемы теории и практики управления*. 2008. № 7. С. 52–61.

8. Соломенцев Ю.М., Митрофанов В.Г., Павлов В.В., Рыбаков Л.В. Информационно-вычислительные системы в машиностроении и CALS-технологии. М.: Наука, 2003. 292 с.

9. Кузьмин Б.В. Универсальные и инструментальные системы компании «СПРУТ-технология» // *САПР и графика*. 2009. № 9. С. 34–39.

10. Кондаков А.И. САПР технологических процессов. М.: Академия, 2007. 272 с.

11. Российский комплекс программ T-FLEX CAD/CAM/CAE/PDM. Топ Системы. URL: <https://www.tflex.ru/?ysclid=ls99nqciwa506235310> (дата обращения: 15.01.2024).

12. Оптимизация конструкторско-технологической подготовки производства на машиностроительном предприятии: каталог решения компании АСКОН. URL: <https://ascon.ru/solutions/tpp/?ysclid=ls9a1n9uv3354160396> (дата обращения: 15.01.2024).

13. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В. Управление жизненным циклом продукции. М.: Анахарсис, 2002. 304 с.

14. О'Лири Д. ERP-системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия. М.: Вершина, 2004. 271 с.

15. Балахонова И.В., Волчков С.А., Капитуров В.А. Интеграция процессов с помощью ERP-системы. М: Приоритет, 2006. 464 с.

16. Бурдо Г.Б. Интеллектуальные средства проектирования технологических процессов // *Программные продукты и системы*. 2010. № 3 (91). С. 51–54.

17. Технология машиностроения: в 2-х т. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / под ред. А.М. Дальского. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2001. Т. 1. 459 с.

18. Суслов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 2002. 457 с.
19. Корсаков В.С. Технология машиностроения. М.: Машиностроение, 1977. 317 с.
20. Ваймерских С., Джордж А. Всеобщее управление качеством: стратегии и технология, применяемые сегодня в самых успешных компаниях (TQM) / пер. с англ. СПб.: Виктория плюс, 2002. 435с.
21. Burdo G. Automated Quality Management System in Mechanical Engineering // *International Conference on Intelligent Information Technologies for Industry*. Cham: Springer International Publishing, 2018. P. 218–224.
22. Бурдо Г.Б., Семенов Н.А., Сорокин А.Ю. Принципы оценки решений в автоматизированной системе управления качеством машиностроительной продукции // *Программные продукты и системы*. 2016. № 2 (114). С. 113–118.
23. Смирнова Н.В. Как не наступить на грабли при переходе на процессное управление // *Управлению производством*. 2009. № 3. С. 26–32.
24. Burdo G. Basic Approaches to Creating Automated Design and Control Systems in a Machine-Building Industry // *International Conference on Intelligent Information Technologies for Industry*. Cham: Springer International Publishing. 2019. P. 281–288.

Для цитирования: Бурдо Г.Б., Болотов А.Н. Взаимосвязь автоматизированных систем управления и проектирования в машиностроительной организационно-технологической системе // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки». 2024. № 2 (22). С. 89–99.

THE RELATIONSHIP OF AUTOMATED CONTROL AND DESIGN SYSTEMS IN THE MACHINE-BUILDING ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEM

G.B. BURDO, Dr. Sc., A.N. BOLOTOV, Dr. Sc.

Tver State Technical University
22, Af. Nikitin emb., Tver, 170026, e-mail: gbtms@yandex.ru

A new approach to the organization of interaction of automated systems of machine-building enterprises is proposed. It is shown that the effective implementation of the use of automated systems is possible only on the basis of research and optimization of the processes of a machine-building enterprise, and on the basis of analysis and assessment of the quality of performance of functions by participants in various processes of the enterprise. The methodology is based on the identification of the main functional process within which the preparation of production and the release of finished products are carried out, and the time parameter and auxiliary processes are determined. The basic principles underlying the creation of a complex of automated machine-building systems are formulated. The role and place of each of the main functional automated systems are analyzed. The considerations on the sequence of implementation of the project on digitalization of machine-building production are given.

Keywords: machine-building production, automated design and control systems, process management, production process, life cycle management.

Поступила в редакцию/received: 18.01.2024; после рецензирования/revised: 20.01.2024;
принята/accepted: 05.02.2024