УДК 550.832:550.853

Основные принципы создания автоматизированных производственных систем геофизического приборостроения газовой отрасли

Main Principles in Creating Automated Commercial Systems of Geo-Physical Instrumentation Production for Gas Industry

В.Л. Плотников
office@gazpromgeofizika.ru
Тел. (495)719-57-75
/ООО «Газпром георесурс», г. Москва/

М.Л. Микин, к.т.н.
Тел. (48236) 3-24-71
Е.Б. Кочергинский
Тел. (48236) 3-28-35
/ООО «Газпром георесурс», г. Кимры
office@cggf. ru/

Г.Б. Бурдо, д.т.н., проф.
gbtms@yandex.ru
Тел. (4822) 78-55-65
/Тверской государственный технический университет, г. Тверь/

V.L. Plotnikov
/«Gazprom Geo-resources» LLC, Moscow/
M.L. Mikin, PhD
E.B. Kocherginskiy
/«Gazprom Geo-resources» LLC, Kimry/
G.B. Burdo, DSc, Prof.
/Tver State Technical University, Tver/

Показано, что управление в производственных системах геофизического приборостроения должно осуществляться по параметру качества при одновременном выполнении мероприятий по сокращению временных и материальных затрат. В качестве методологической основы для анализа процессов деятельности предложено использовать теорию жизненного цикла изделия. Одним из важнейших параметров, определяющих эффективность работы производственных систем, являются временные затраты на выполнение этапов жизненного цикла изделия, реализуемых в рамках данного предприятия. Рассмотрены мероприятия, позволяющие сократить время выпуска образца нового изделия. Выявлены требования к технологическим подразделениям производственной системы, а также к кадрам и кадровой политике в организации.

***Ключевые слова**: геофизическое приборостроение, производственная система, управление качеством, управление процессами деятельности организации, критерии оценки решений.*

The paper illustrates how management in industrial systems of geo-physical instrumentation production should be conducted from quality stand-point while performing the measures to reduce labor, time and materials costs. As a methodological basis to analyze the business processes the authors propose to use the theory of product life cycle. One of the most important and effective parameters to operate the production systems are the time consumption rates for product life cycles, realized within the given Company. The authors also consider the measures that enable reducing production time to the samples of this new product and disclose the requirements to process divisions of production system as well as to staff and personnel policy of the Company.

***Key words**: Geo-physical instrument production, industrial system, quality management, management over company business processes, criteria in decision evaluation.*

В настоящее время в России на рынок геофизических услуг значительное влияние оказывают зарубежные компании, причем лидирующие позиции занимает Schlumberger.

Общая тенденция зарубежных сервисных компаний и Schlumberger в первую очередь – опора на собственную приборостроительную базу. Компании редко продают свои изделия, основной упор делается на предоставление услуг. При этом наличие нового высокотехнологичного оборудования позволяет компаниям держать высокие цены и развиваться, в том числе и за счет заказов ПАО «Газпром». В составе зарубежных сервисных компаний имеются мощные приборостроительные подразделения, которые обеспечивают сервис полной линейкой современного необходимого для сервиса оборудования.

В то же время стратегия развития Российской Федерации в условиях санкций, государственная

политика импортозамещения и стратегия развития ПАО «Газпром» как многопрофильной компании, обеспечивающей энергетическую безопасность страны, предполагают сохранение и развитие полной технологической цепочки сервисных работ для процессов поиска, разведки, добычи и транспорта углеводородов в собственных структурах.

Ведущим научно-техническим центром страны в области геофизических исследований и контроля газовых месторождений и подземных хранилищ газа является ООО «Газпром георесурс».

Для решения стратегических задач ПАО «Газпром», сохранения технологической независимости страны уровень сервисных услуг, предоставляемых ООО «Газпром георесурс», должен соответствовать уровню ведущих зарубежных компаний. Это тем более актуально, что потеря технологической независимости в сервисном секторе, как показывает практика, приводит в дальнейшем к кратному повышению цен на сервисные услуги и, следовательно, возрастанию себестоимости добытого газа.

Чтобы соответствовать современным требованиям, ООО «Газпром георесурс» необходимо непрерывно работать как над повышением технического и технологического уровня оказываемых услуг, так и над расширением их ассортимента. Высокий уровень сервиса достигается за счет проведения НИОКР, ориентированных на оптимизацию производственных процессов, а также наличия и развития собственного геофизического приборостроительного предприятия.

Собственным геофизическим приборостроительным предприятием ООО «Газпром георесурс» является научно-производственный филиал (далее НПФ) «Центргазгеофизика», расположенный в г. Кимры Тверской области. НПФ «Центргазгеофизика» более 40 лет занимается разработкой и изготовлением геофизической аппаратуры и оборудования. Основная продукция филиала – параметрический ряд лубрикаторных установок на различные давления, которые применяются в малогабаритных скважинных приборах для исследования действующих скважин, размещаются на геофизических вышках и спецмашинах, в наземных регистрирующих комплексах.

Филиал имеет производственную базу с развитой инфраструктурой, солидную испытательную базу, оснащенную многоцелевыми испытательными стендами. На территории производственной базы функционируют три контрольно-калибровочные скважины, использующиеся для проверки и испытаний скважинной геофизической аппаратуры.

В филиале активно эксплуатируется новейшее технологическое оборудование – станки с ЧПУ японской корпорации Yamazaki Mazak: токарный станок QTN 2502 и многоцелевой обрабатывающий центр Variaxis 630-5 X. Разработки НПФ «Центргаз-геофизика» в области устьевого геофизического оборудования дважды (в 2000 и 2012 гг.) удостаивались премии ПАО «Газпром». Наиболее ответственные агрегаты и технологические узлы изготавливаемого геофизического оборудования имеют государственную правовую охрану: 17 патентов на изобретения, 6 патентов на полезные модели и зарегистрированный товарный знак.

Известно, что геофизическое приборостроение относится к высокотехнологичной сфере производства и обладает рядом особенностей, обусловленных следующими причинами:

а) экстремальные условия эксплуатации изделий (высокие температура и давление, агрессивные и абразивные среды, наличие в скважинном флюиде агрессивных компонентов);

б) сложность конструкции механики изделий вследствие их ограниченных габаритов;

в) сложность электроники изделий и алгоритмов ее работы;

г) отсутствие объективных критериев оценки качества изделий;

д) желание заказчиков иметь изделия, адаптированные к конкретным условиям эксплуатации, и отсутствие в связи с этим детального технического задания и возможности изготавливать изделия серийно (большинство изготавливаемых изделий имеют свой шифр конструкторской документации);

е) сжатые сроки на разработку и изготовление изделий;

ж) необходимость выполнения определенного объема поисковых и опытно-конструкторских работ непосредственно в процессе изготовления изделий;

и) необходимость применения в процессе изготовления изделий новых технологий и технологических приемов.

Все эти факторы, к сожалению, приводят к большим временным и финансовым затратам при реализации проектов по созданию новых изделий, при этом не всегда обеспечивается их необходимое качество.

Учитывая вышеизложенное, можно констатировать, что разработка новых подходов к созданию высокоэффективных производственных систем в области геофизического приборостроения газовой отрасли востребована временем.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИСТЕМА И КРИТЕРИИ ЕЕ РАБОТЫ

Производственная система (далее ПС) для задач геофизического приборостроения – это конструкторские и технологические службы, производственные мощности, испытательные, научные, а также управляющие (в т.ч. и самой производственной системой) подразделения. В рамках ПС выполняется конструкторская подготовка производства (включая научные

разработки), технологическая подготовка производства, изготовление и испытание изделий.

Для эффективного решения задач геофизического приборостроения необходимо иметь возможность оперативно реагировать на изменение внешней ситуации, организовывать итерационные процедуры по выработке приемлемого решения с представителями различных служб, т.е., по сути, реализовывать функциональный способ управления организацией. Очевидно, что основные функции предприятия (функции, связанные с выпуском изделий) реализуются именно в производственной системе, которую в этом случае можно охарактеризовать как организационно-технологическую.

Рассмотрим критерии, в соответствии с которыми должна работать современная ПС. К сожалению, в последнее время акцент в производственных организационно-технологических системах сместился в сторону экономики, в сторону максимального извлечения прибыли, причем вопреки здравому смыслу, и не вполне отвечает требованию конкурентоспособности изделий. Такой подход в долгосрочной временной перспективе для предприятия неэффективен.

Определяющей целью геофизического приборостроения должен быть выпуск конкурентоспособной геофизической аппаратуры и оборудования. Конкурентоспособность достигается обеспечением требуемого (заказчиком, тенденцией развития отрасли) качества изделий, их выпуском в заданные сроки и при заданном уровне производственных затрат (временных и денежных). В таком ракурсе управление качеством становится не довеском к какой-либо системе управления организацией, а именно основополагающим процессом организации. Весьма эффективным инструментарием такого управления могут явиться автоматизированные системы.

В связи с вышеизложенным управление в производственных системах должно выполняться по параметру качества при одновременном выполнении мероприятий по сокращению временных и материальных затрат.

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

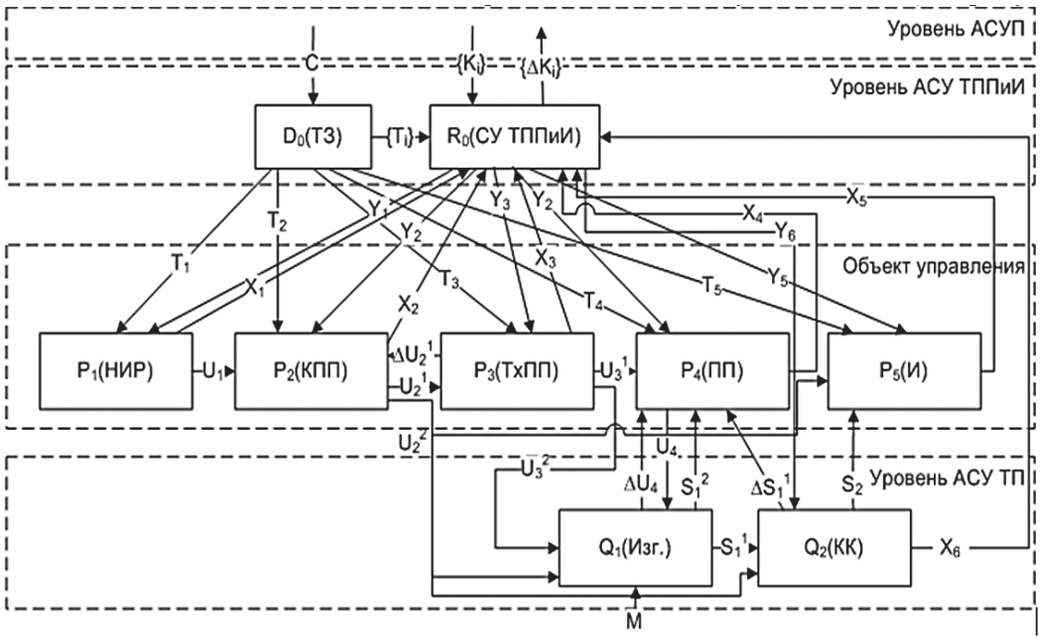
Анализ жизненного цикла продукции составляет методологическую основу [1, 2] анализа процессов деятельности организации, так как представляет собой инструмент управления сведениями об изделии, его состоянии, уровне качества. Жизненный цикл изделия охватывает период времени (этапы) от начала его создания до утилизации.

В геофизическом приборостроении предприятия являются одновременно разработчиками и изготовителями своих приборов, а этапы эксплуатации, ремонта и утилизации выполняются силами потребителей изделий – геофизических сервисных подразделений.

Для современных производственных систем, в частности геофизического приборостроения газовой отрасли, главное – это управление качеством, поэтому, выполняя этапы жизненного цикла, их завершение либо продолжение, мы должны определять структуру и функции процессов, задействованных в проектах по созданию изделий исходя из предполагаемого достигнутого уровня [3]. Модель процессов обеспечения качества может быть представлена в следующем виде (см. **рисунок**).

Модель отвечает случаю, когда обеспечение необходимого уровня качества является целью работы ПС и управление выполняется с использованием автоматизированных систем.

На рисунке использованы следующие обозначения: АСУП – автоматизированная система управления организацией (предприятием); АСУ ТППиИ – автоматизированная система управления технической подготовкой производства, изготовления и испытания опытного изделия, т.е. на этапах жизненного цикла изделия; А – множество критериев показателей качества изделия и (или) качества выполнения работ на этапах; D_0 – блок задания, формирует множество технических заданий (ТЗ); T_1 – техническое задание на проведение НИОКР; T_2 – техническое задание на проведение конструкторской подготовки производства (КПП); T_3 – техническое задание на проведение технологической подготовки производства (ТхПП); T_4 – техническое задание на проведение планирования производства (ПП) по реализации технологических процессов в производственной системе; T_5 – техническое задание на проведение испытаний изделия; R_0 – оператор, управляет работой на всех этапах создания образца наукоемкой продукции; R_0^1 – управление оператором P_1 (НИОКР); R_0^2 – управление оператором P_2 (КПП); R_0^3 – управление оператором P_3 (ТхПП); R_0^4 – управление оператором P_4 (ПП); R_0^5 – управление оператором P_5 (испытания изделия, И); R_0^6 – управление работой оператора Q_2 (контроль качества работ, КК); R_0^7 – оператор по координация управления с АСУП; U_1 – множество параметров, содержащихся в отчетной документации по НИОКР и необходимых для проведения КПП; U_2^1 – множество параметров, содержащихся в конструкторской документации и необходимых для ТхПП; ΔU_2^1 – множество параметров, определяющих требования оператора P_4 по повышению уровня технологичности изделия; U_2^2 – множество параметров, содержащихся в конструкторской документации и необходимых для изготовления изделий в технологической системе, контроля и испытаний; U_3^1 – множество параметров технологических



Модель автоматизированных процессов обеспечения качества

процессов по трудозатратам и станкозатратам (трудозатратам); оператор Q_1 – изготовление; U_3^2 – множество параметров, определяющих реализацию технологических процессов на рабочих местах (технологические процессы, инструкции, управляющие программы для станков с ЧПУ); S_1^2 – множество параметров, характеризующих состояние производственной системы (загрузка рабочих мест, заказы в исполнении, ход выполнения планов и т.д.); U_4 – множество параметров, характеризующих планы различных уровней по выпуску образца продукции; ΔS_1^1 – множество параметров, представляющих сведения об изделиях, не прошедших контроль и нуждающихся в доработке (переделке); ΔU_4 – множество параметров, характеризующих диспетчирование работ по данному изделию; U_2 – материальная связь – изделие (образец продукции); оператор Q_1 – изготовление опытного образца изделия; M – материалы и покупные изделия; S_1^1 – изготовленные образцы продукции и сведения об их готовности; оператор Q_2 – контроль деталей, узлов и изделий целиком. Модель может быть использована для выявления и описания функциональных процессов управления, что можно выполнить в следующей последовательности.

В первую очередь следует выявить, какие действия, выполняемые на протяжении жизненного цикла (ЖЦИ) в рассматриваемой ПС, влияют на качество предполагаемого к выпуску изделия (обозначим их как действия первой группы). На рисунке это – этапы ЖЦИ: научно-исследовательская работа, конструкторская подготовка производства, технологическая подготовка производства, изготовление (с планированием управления, изготовления и контроля) и испытания. Понятно, что этими процессами надо управлять [5], поэтому появляется верхний уровень управления (определение технического задания, ТЗ и собственно управление этапами ЖЦИ). Реализация технологических процессов осуществляется в производственных подразделениях, поэтому появляется низший уровень – уровень АСУ ТП. Таким образом, процессы первой группы реализуются на четырех уровнях. Первый уровень – автоматизированная система управления организацией (предприятием), АСУП, координация всех работ в рамках предприятия. Второй уровень – уровень управления качеством на этапах ЖЦИ. Третий уровень – уровень реализации процессов на этапах ЖЦИ. Четвертый уровень – уровень управления технологическими процессами. Процессы на этих четырех уровнях являются базовыми для предприятия.

Процессыпервой группы не могут существовать сами по себе, поэтому следует выявить действия (действия второй группы), непосредственно не влияющие на качество изделия, но необходимые для выполнения действий первой группы. Например, это транспортные работы, документооборот, управление финансами, заключение договоров и контрактов и т.д. Следовательно, совокупность этих действий и будет составлять суть процессов, реализуемых на предприятии. Далее необходимо будет детализировать процессы, разбив

их на операции. Каждая операция должна иметь законченный функциональный смысл, включать выполнение одной функции в рамках процесса. Важно также найти «золотую середину» между концентрацией и дифференциацией действий в операции исходя из квалификации исполнителей и возможности принятия ими самостоятельного решения. Далее определяют в процессе контрольные места, в которых выполняется оценка качества.

Затем следует привязать процессы второй группы к процессам первой группы по времени. Привязка по времени процессов второй группы идет друг к другу.

Немаловажным является и определение ответственного за каждый из процессов на каждом их уровне, так как в них включены участники из разных (по административной структуре) подразделений. Сложность состоит в том, что участвующие в процессе разные подразделения организации уже имеют своих руководителей. Как правило, руководить процессом должен наиболее грамотный (досконально понимающий суть процесса) из руководителей участвующих подразделений. Задача руководителей других подразделений – грамотно распределить работу по исполнителям. Здесь получается логичное, но, к сожалению, не всегда принимаемое распределение руководства по функциональному (не административному) признаку. Руководитель процесса низшего уровня функционально подчиняется руководителю процесса, в который входит данный.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РЕШЕНИЙ

Контроль качества решений, направленных на обеспечение качества изделия, будет осуществляться между операциями процесса. Чтобы были понятны действия при оценке решений, следует сопоставить операции процесса этапам ЖЦИ, которые определяют общепринятый смысл решений (НИР, КПП, ТхПП, изготовление (включая управление технологическими процессами), испытания).

Критерии качества любого процесса деятельности организации могут не только определяться моделью качества изделия, но и дополняться критериями качества самого процесса. Так, процессы КПП зачастую имеют непосредственную связь с параметрами модели качества изделия (например производительность, мощность, коэффициент унификации и т.д.). А, скажем, процессы ТхПП влияют опосредованно. Они должны обеспечить разработку технологических процессов изготовления изделия, обеспечивающих его получение в соответствии с конструкторской документацией.

В процессах приобретения сырья (этап изготовления ЖЦИ) немаловажной будет возможность точного указания, какое именно сырье, каких параметров и у какого поставщика надо приобрести (дополняемые критерии качества). Обязательным дополнительным критерием процесса должно стать время исполнения функций отдельных операций, входящих в процесс.

Так как многие оценки будут носить неявный, качественный вид, большое значение приобретает подбор экспертов из числа работников организации для оценки решений.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕДУР ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОЦЕССОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ

Как уже говорилось выше, одним из важнейших параметров, определяющих эффективность работы производственных систем, являются временные затраты на выполнение этапов жизненного цикла изделия, реализуемых в рамках данного предприятия. Рассмотрим мероприятия, позволяющие сократить время выпуска образца нового изделия.

1. Автоматизация процедур управления процессами с точки зрения их иерархии и временного фактора. Должна быть реализована в виде системы с сервис-ориентированной архитектурой с определенными правами доступа каждого пользователя.

2. Автоматизация инженерных работ при выполнении процессов, связанных с КПП, с ТхПП, с изготовлением и испытаниями. Особенность рассматриваемых нами производственных систем заключается в необходимости обеспечения условий мобильности и возможности с их помощью оперативно выполнять корректировку решений. Для этого программные средства на уровне пользователей должны быть информационно интегрированы между собой (САПР КПП с САПР ТхПП, АСУТП с САПР ТхПП, АСУТП с производственными подразделениями), а на верхнем уровне интегрированы в АСУП. В этом случае появляется возможность оперативно корректировать решения (например, конструкторские на основе выявленных на этапе ТхПП недочетов), проектировать технологию на основе знания текущей производственной ситуации и т.п.

3. Параллельное выполнение работ, включенных в разные этапы ЖЦИ (или в разные стадии одного этапа). Понятно, что процессы конструкторской подготовки производства начинают проект по созданию нового изделия. Но уже на стадии, соответствующей эскизному проекту (так как в рассматриваемых типах производственных систем стадийность КПП, как правило, не выдерживается), можно выполнять и технологическую подготовку производства: анализ технологичности конструкции, предварительную проработку технологии, подбор средств технологического оснащения и их заказ (при необходимости). Также может

быть выполнен заказ дефицитных позиций (или с большим периодом доставки) материалов и комплектующих. Унифицированные детали и узлы, предполагаемые к использованию в новом изделии, могут быть запущены в изготовление. Таких примеров можно привести множество.

Однако способ реализации данного мероприятия достаточно прост. С этой целью необходимо, учитывая специфику конкретного предприятия, сделать соответствующим образом временную увязку процессов, входящих в разные этапы ЖЦИ (или в разные стадии одного этапа), и приглашать для обсуждения технических решений работников, ответственных за соответствующие операции процессов, включая и процессы 2-й группы.

4. Разработка интеллектуальных систем поддержки принятия решений при реализации процессов. Речь идет в первую очередь о решениях, принимаемых и реализуемых представителями различных функциональных подразделений. Системы поддержки решений строятся на основе экспертных оценок и позволяют избежать тупиковых ситуаций. Еще одно их достоинство – решение может обсуждаться и приниматься дистанционно.

5. Создание предпосылок эффективного принятия решений на последующих этапах и стадиях ЖЦИ.

Унификация деталей и их элементов упрощает не только проектирование изделий, но и технологическую подготовку производства за счет применения унифицированных технологических решений. Закрепление операций обработки за наименее загруженным оборудованием (проектирование на основе текущей производственной ситуации) уменьшает вероятность появления узких мест и упрощает управление технологическими процессами.

6. Построение всех процессов организации (не только производственных) в соответствии с идеологией «бережливого производства», что означает делать то, что надо именно сейчас, и уменьшать непроизводительные траты труда и средств. Наиболее важно это требование для процессов организации, реализуемых высшим управленческим звеном [6].

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

Очевидно, что совершенство производственных (технологических) подразделений (ТП) во многом определяет и эффективность работы всей производственной системы. Многономенклатурное производство вносит определенную специфику в перечень требований, реализуемых при создании ТП. Рассмотрим наиболее, на наш взгляд, важные из них.

1. Обеспечение резервов производственных мощностей. Как показывает опыт, плановыми работами оборудование каждой группы должно быть загружено не более чем на 80 %. В этом случае уменьшается (или исключается) время ожидания следующей операции. Всегда есть возможность выполнения срочных внеплановых работ, демпфирования непредвиденных ситуаций.

2. Пропорциональность производственных мощностей по видам оборудования. Пропорциональность мощностей достигается на основе структуры станкоемкостей (трудоемкостей) предполагаемых к выпуску изделий. Таким образом, можно говорить о «штучной» пропорциональности мощностей.

3. Производственная гибкость. Оборудование должно иметь широкие технологические возможности, которые перекрываются не только в пределах типов оборудования одной группы, но и в пределах разных групп. Скажем, обрабатывающие центры вертикальной компоновки перекрывают технологические возможности вертикально- и радиально-сверлильной, вертикально-фрезерной, вертикальной координатно-расточной групп оборудования (понятно, что в рамках соответствующих размерных групп). Такой подход обеспечивает возможность выполнения операции на нескольких рабочих местах, т.е. производственную гибкость.

4. Технологическая гибкость оборудования. Под параметром, характеризующим технологическую гибкость, понимается время переналадки оборудования на выполнение другой операции. Данный параметр определяет технико-экономические показатели эксплуатации оборудования. Чем больше времени станок находится в переналадке (а следовательно, не занят непосредственно изготовлением детали), тем ниже эффективность его работы.

В этом смысле весьма перспективным мероприятием является применение оборудования с ЧПУ. Однако его эффективное использование во многом определяется уровнем технологической и организационной подготовки производства. Если с технологической подготовкой (ее технической составляющей) в целом все понятно (есть различные программные реализации, хороший рынок инструментального обеспечения и т.д.), то прогрессивные способы ее ведения, установление очередности выполнения операций для различных партий деталей на станках с ЧПУ – инженерная многовариантная задача, которая должна решаться на основе минимизации суммарного времени переналадок для всех рассматриваемых партий деталей, если нет жестких приоритетов.

Унификация технологических решений (схем наладок, элементов управляющих программ и т.д.) также имеет своей целью сокращение простоев оборудования под наладкой.

Организация наладки оборудования – также немаловажный

фактор. Как правило, для станков с ЧПУ применяется многостаночное обслуживание, поэтому могут быть простои оборудования (ожидание переналадки) вследствие занятости рабочего на другом станке. В этой ситуации, в принципе, возможно выполнение наладки специальным персоналом за счет увеличения численности рабочих, организация бригадной работы без увеличения численности (взаимопомощь). Таким образом, понятие «технологическая гибкость» является комплексным и охватывает разные аспекты (технический, технологический, организационный).

5. Расстановка оборудования. От рациональности расстановки оборудования в производственных подразделениях многономенклатурных производств напрямую не зависят времена технологических циклов, но создаются предпосылки для негативного влияния на них. Нерациональная расстановка приводит к увеличению длины межоперационных перемещений партий деталей, поэтому увеличатся и временные затраты для их осуществления. Если эту работу выполняют основные рабочие, то у них остается меньше времени на производительную работу. Если перемещение деталей между операциями выполняют вспомогательные рабочие, то потребуется увеличение их численности.

ТРЕБОВАНИЯ К КАДРАМ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКЕ

Указанные выше мероприятия невозможно успешно реализовать без соответствующего кадрового обеспечения. Перечислим основные моменты.

1. Необходима выработка у исполнителей чувства взаимопомощи и коллективной ответственности за результат. Следует понимать, что разделения функций в рамках общего процесса не означает разделения коллектива, что все действия должны быть направлены на общий успех – выпуск качественного изделия. Здесь, как показывает опыт, не обойтись без создания нужной корпоративной культуры и использования методов стимулирования деятельности работников (именно стимулов, а не антистимулов).

2. Повышение квалификации исполнителей должно вестись постоянно как силами работников самой фирмы (курсы, самообучение), так и во внешних организациях (семинары, обмен опытом и т.п.). Весьма важна кадровая подготовка цехового управленческого персонала, особенно мастеров и руководителей диспетчерских служб. Их задача – уметь вырабатывать управленческие решения по управлению технологическими циклами и производственными мощностями, так как на практике нет подходящих для этих целей (для многономенклатурных производств) цеховых управленческих автоматизированных систем класса Scada.

Важно и обеспечение обучения работников с целью их взаимозаменяемости.

3. Не обойти стороной и вопросы готовности руководства организацией к серьезным техническим и кадровым инновациям, их компетентности в принятии управленческих решений.

Материальные ресурсы для осуществления описанных выше мероприятий нужны не единовременно. Для условий конкретного предприятия всегда можно составить гибкий проект. Но надо понимать, что качественное изделие не бывает дешевым, в том числе и в силу высоких затрат на подготовительном этапе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая работа носит во многом принципиальный характер, а в некоторых моментах, возможно, и спорный. Ее целью ставилось определение ключевых моментов и принципов, в соответствии с которыми, на взгляд авторов, должно происходить развитие современных производственных систем геофизического приборостроения газовой отрасли [6, 7]. Специфичность условий, возможностей, видов изготавливаемых изделий предполагает и особенности подходов к реализации мероприятий. Однако в любом случае уже сам факт исследования возможности внедрения мероприятий заставляет серьезно анализировать работу и состояние предприятия и помогает увидеть и устранить недостатки.

Литература

1. **Управление жизненным циклом продукции / А.Ф. Колчин, М.В. Овсянников, А.Ф. Стрекалов, С.В. Сумароков.** – М.: Анахарсис, 2002. – 304 с.
2. **Никифоров А.Д., Бакиев А.В. Процессы жизненного цикла продукции в машиностроении.** – М.: Абрис, 2011. – 688 с.
3. **Бурдо Г.Б., Сорокин А.Ю. Автоматизация процессов управления качеством при создании наукоемких геофизических изделий** // НТВ «Каротажник». – 2016. – № 9 (267). – С. 185–199.
4. **Бурдо Г.Б., Стоянова О.В. Автоматизированная система управления процессами создания наукоемких машиностроительных изделий** // Программные продукты и системы. – 2014. – № 2 (106). – С. 164–170.
5. **Гибридные интегрированные автоматизированные системы программирования и управления технологическими процессами / Г.Б. Бурдо, О.В. Стоянова, А.А. Исаев, С.А. Чаплыгин** // IS&IT'17: Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям; 2– 9 сентября 2017, Дивноморское. – Геленджик, 2017. – С. 94–101.
6. **Бурдо Г.Б. Совершенствование технологической подготовки машиностроительного производства** // Станки и инструмент (СТИН). – 2016. – № 7. – С. 2–8.
7. **Вумек Джеймс П., Джонс Даниел Т. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании.** – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 473 с.