

ЛИН- ТЕХНОЛОГИИ: БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО

№2/2023



- ☒ На нашем сайте panor.ru;
- ☒ Через нашу редакцию
по тел. 8 (495) 274-2222 (многоканальный)
или по заявке в произвольной форме на адрес:
podpiska@panor.ru;
- ☒ По официальному каталогу Почты России
«Подписные издания» (индекс — **П7214**);
- ☒ По «Каталогу периодических изданий.
Газеты и журналы» агентства «Урал-пресс»
(индекс на полугодие — **80871**).

Содержание

ТЕМА НОМЕРА:

УПРАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ — МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Интеграция методологии ТРИЗ в бизнес-процессы проектной деятельности предприятия 3

Хомутский Д. Ю., Андреев Г. С.

В последние два десятилетия все большее число производственных компаний применяют в своих проектных процессах методы и инструменты ТРИЗ. В статье рассматриваются принципы ТРИЗ, применимые в управлении проектными процессами, предложены базовые параметры проектных процессов, представлена модель разрешения противоречий между парами конфликтующих параметров проектных процессов. Рассмотрен пример использования методологии ТРИЗ для оптимизации проектной деятельности предприятия.

РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Эффективное управление инструментообеспечением на основе современных информационных технологий 10

Вороненко В. П., Акимкин А. А., Опекунова Д. Р., Дарморос М. А.

В статье рассматривается применение исполнительных производственных систем MES (Manufacturing Execution Systems) для оперативной доставки средств технологического оснащения (СТО) на рабочие места. Своевременная поставка инструмента, крайне важна, так как решение этой задачи напрямую сказывается на конечной себестоимости продукции за счет уменьшения простоев оборудования. О том, почему важна своевременная поставка инструментов и оснастки, а также каким образом системы MES могут помочь в подготовке производства рассказывается в статье.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

Товарные знаки: их назначение, классификация и правовая защита 20

В статье рассмотрены назначение, классификация и правовая защита товарных знаков. Установлено, что товарные знаки предназначены для индивидуализации товаров конкретного изготовителя от аналогичных товаров — конкурентов других изготовителей. Создание и продвижение товаров с товарными знаками требует от организации больших маркетинговых усилий и материальных затрат, поэтому владельцы таких знаков должны обеспечивать их правовую защиту путем регистрации.

НАМ ПИШУТ

Новые условия для развития таможенных складов в России 26

В июне Госдума РФ приняла закон о введении в России бондовых (таможенных) складов. До этого времени законодательством не разрешалось реализовать зарубежную продукцию со складов физическим лицам. Теперь у иностранных интернет-магазинов появился импульс для быстрой доставки товаров российскому потребителю.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**Гончаренко Л. П.,**д-р экон. наук, профессор,
заведующая кафедрой менеджмента
инвестиций и инноваций,
РЭУ им. Г. В. Плеханова, г. Москва**Евдокимова Е. Н.,**канд. экон. наук, декан инженерно-
экономического факультета,
ФГБОУ ВПО «РГРТУ», г. Рязань**Ускова О. А.,**канд. техн. наук,
президент, Национальная ассоциация
инноваций и развития информационных
технологий (НАИРИТ), г. Москва**Полякова Н. В.,**директор правовой дирекции
АО «РВК», г. Москва**Кривцов В. Е.,**канд. физ.-мат. наук, доцент,
декан факультета инноваций и высоких
технологий, Московский физико-технический
институт (государственный университет),
г. Москва**Степанова Г. Н.,**д-р экон. наук, профессор,
зам. каф., Институт коммуникаций
медиабизнеса
Московского государственного университета
печати
им. И. Федорова, г. Москва**Смирнов С. Л.,**канд. пед. наук,
генеральный директор, ООО «Национальный
центр производительности»,
ведущий аудитор ISO 9000**Зимин А. А.,**канд. экон. наук, первый проректор
по инновационной и научно-образовательной
деятельности, ФГБОУ ВПО «РГРТУ», г. Рязань**Федоров В. Б.,**канд. техн. наук,
заместитель управляющего
по инновационной деятельности,
Южно-Уральский венчурный инновационный
фонд «Инновации. Технологии. Развитие»,
г. Челябинск**Филонов М. Р.,**д-р техн. наук, профессор, проректор по науке
и инновациям, ФГБОУ ВПО «Национальный
исследовательский технологический
университет «МИСиС», г. Москва**Ханс-Хорст Конколеwski,**магистр искусств (МА) в области политических
и социальных наук, основатель и президент
Международного фонда ORP Vision Zero
Ambassador,
г. Барселона, Испания**Хомутский Д. Ю.,**канд. техн. наук, MBA, доцент ВШКУ РАНХиГС,
вице-президент НП «Внешторгклуб» по
инновациям, координатор программы
Managing Innovation Британской академии
бизнеса (British Business Academy) в России
и странах СНГ, профессор Сингапурской
академии корпоративного менеджмента
(SACM), г. Москва**Современные российские франшизы:****выгодно или нет? 31**

По данным экспертов российского рынка, в нашей стране существует около 3000 предприятий, предлагающих купить франшизу. Многие заявляют сумму затрат на причастность к своему бизнесу менее 100 тыс. руб. Выгодно ли такое вложение денег или проще открыть свой собственный бизнес?

**ИНСТРУМЕНТЫ БЕРЕЖЛИВОГО
ПРОИЗВОДСТВА****Как повысить эффективность предприятия на 30 %
без дополнительных инвестиций в производство ... 41****Котович Б. А.**

Производство компании, владеющей торговой маркой (TM) AFPE (Киров), на протяжении пяти лет не могло удовлетворить спрос, создаваемый отделом маркетинга. На производство приехал консультант, произнес шесть «волшебных» слов, и за август производство впервые сумело удовлетворить спрос, при этом выручка выросла на 55 %.

МЕНЕДЖМЕНТ НА ПРОИЗВОДСТВЕ**Принцип SMART: как ставить цели сотрудникам,
КПЭ и программы стимулирования 45****Луценко С. И.**

Автор рассматривает особенности принципа SMART в корреспонденции с ключевыми показателями эффективности деятельности. В основу принципа SMART положен ценностный элемент сотрудника и его вклад в деятельность хозяйствующего субъекта. Для выравнивания интересов компании и его сотрудников необходимо реализовать эффективную систему стимулирования (мотивации), основанную на принципе SMART.

**Внедрение плана публичного отзыва
и изъятия продукции как неотъемлемая часть
СМК на предприятии 56****Рахимзаде К. В.**

В статье рассмотрены ключевые факторы удачного внедрения плана публичного отзыва и изъятия продукции на предприятии. Особое внимание уделено процессу выявления и оценки рисков различными участниками отзыва. Даны «формулы» для составления понятных формулировок рисков, а также примеры.

**БЕЗОПАСНОСТЬ НА ПРОИЗВОДСТВЕ
И ОХРАНА ТРУДА****Если нарушены требования промышленной
безопасности 62****Порочкин Д. Б.**

В статье подробно рассмотрен реальный случай идущего судебного разбирательства по оспариванию административного взыскания, наложенного в результате нарушения норм промышленной безопасности, приведены комментарии специалиста в сфере охраны труда.

ИНТЕГРАЦИЯ МЕТОДОЛОГИИ ТРИЗ В БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ



Хомутский Д. Ю.,
канд. техн. наук, MBA,
доцент ВШКУ РАНХиГС,
профессор Британской
академии бизнеса, вице-
президент по инновациям
НП «Внешторгклуб»,
управляющий партнер ARIZ.RU,
г. Москва



Андреев Г. С.,
канд. психол. наук,
доктор делового
администрирования
(DBA), независимый
консультант,
г. Москва

В последние два десятилетия все большее число производственных компаний применяют в своих проектных процессах методы и инструменты ТРИЗ. В статье рассматриваются принципы ТРИЗ, применимые в управлении проектными процессами, предложены базовые параметры проектных процессов, представлена модель разрешения противоречий между парами конфликтующих параметров проектных процессов. Рассмотрен пример использования методологии ТРИЗ для оптимизации проектной деятельности предприятия.

Ключевые слова: ТРИЗ, АРИЗ, инновации, проектная команда, бизнес-процесс, управление проектами.

В условиях современной бизнес-среды, характеризующейся жесткой конкуренцией, зрелостью рынков и растущим значением природоохранных вопросов, компании стремятся повысить эффективность разработки и вывода на рынок новых продуктов, делая акцент на сокращении цикла разработки и потребительских свойствах проектируемых решений. Чтобы достичь эффективности, с целью оптимизации процессов проектирования предприятия создают новые операционные процедуры.

Проектный менеджмент в соответствии с рекомендациями Руководства РМВОК предусматривает пять групп взаимозависимых процессов: *иницирование, планирование, исполнение, мониторинг и контроль, завершение* [1]. Проблема эффективного управления процессами является одной из наиболее актуальных проблем последних десятилетий. Для решения технических задач, возникающих в процессе разработки новых продуктов, многими компаниями были изучены и применены инструменты ТРИЗ —

точной методологии, базирующейся на установленных закономерностях.

В соответствии со стандартом ISO 9000 бизнес-процесс может быть представлен совокупностью взаимосвязанных и взаимовлияющих действий, которые преобразуют исходные ресурсы в результат процесса (рис. 1). Эта совокупность действий может выполняться одним или несколькими взаимодействующими между собой функциональными подразделениями с использованием некоторых исходных ресурсов (финансы, материалы, энергетические ресурсы, человеческие ресурсы, информация) для получения четко описанного результата (продукта процесса). От качества выполнения действий зависят измеримые результаты процесса (количественные характеристики, дедлайны, фактические сроки исполнения), которые представляют собой добавленную стоимость для клиентов или самой организации [2]. Как правило, исполнение бизнес-процесса связано с привлечением двух и более организационных функций, а сам процесс оказывает влияние на различные функции организации.

В зависимости от сложности того или иного бизнес-процесса его можно разбить на подпроцессы, которые будут распределены по различным видам деятельности и будут иметь детализированный уровень выполняемых задач. Процессы могут быть иерархическими: от макропроцесса до подпроцессов для решения узких конкретных задач. Согласно стандарту ISO 9000 процессный подход означает, что сначала должна быть разработана совокупность действий (когда идентифицируются один вход и один выход процесса), и после этого необходимо удостовериться, что выбранная изолированная совокупность действий приносит дополнительную ценность клиентам или организации в ходе исполнения процесса.

Методика ТРИЗ позволяет значительно увеличить вероятность достижения успешного результата процесса. Обмен идеями и знаниями между операторами процессов может приводить к ряду непредсказуемых взаимодействий. При неспособности систематизировать сходные проблемы и их решения результатом этих взаимо-

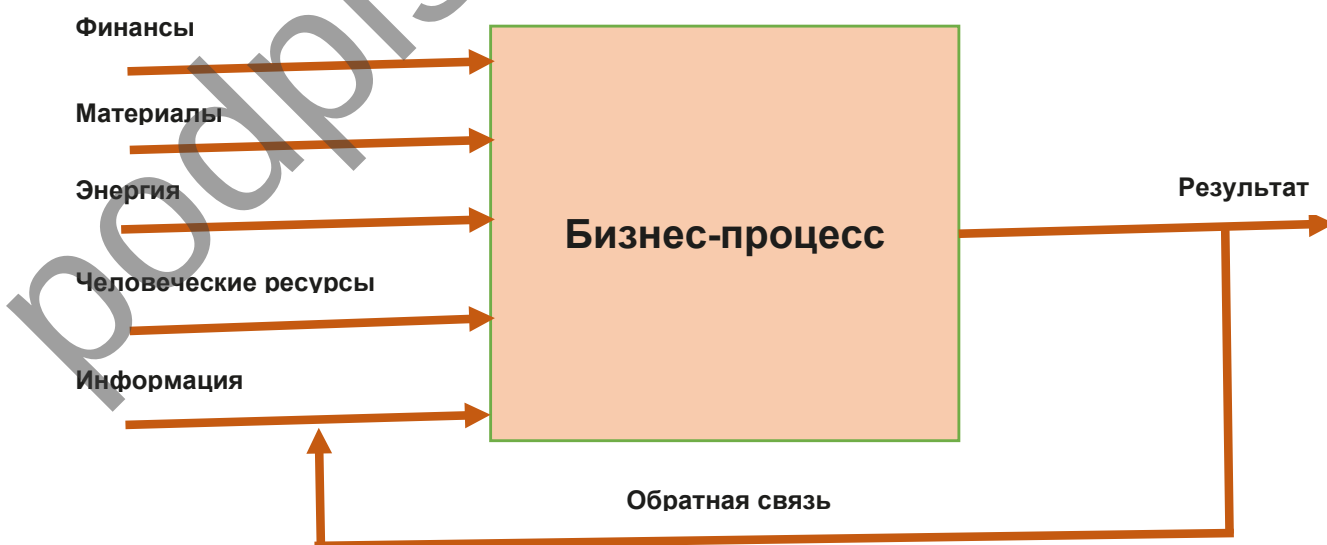


Рис. 1. Схематическое представление бизнес-процесса

Таблица

Принципы ТРИЗ, применимые в практике управления проектами

Принципы ТРИЗ	Применение в инженерной практике	Применение в проектном менеджменте	Группа процессов
Объединение	Объединение или слияние идентичных или сходных объектов, сборка идентичных или сходных деталей с целью выполнения операций параллельно	Создание сети альянсов для достижения единства между всеми участниками проекта. Создание коллективных подходов к проблемам или возможностям на встречах и совещаниях	Инициирование
	Объединение во времени однородных или смежных операций	Использование PERT-диаграмм и диаграмм Ганта	Планирование
Универсальность	Принуждение системы или объект выполнять несколько функций, исключив необходимость в дополнительных деталях	Содействие диверсификации навыков в матричной структуре	Планирование
	Использование стандартных методов	Использование стандартных форм для процессных и продуктовых спецификаций	Все группы процессов
Антивес	Компенсация веса объекта соединением с другим объектом, обладающим подъемной силой	Обеспечение поддержки со стороны высшего руководства. Представление докладов и отчетов руководству до начала реализации новых инициатив	Все группы процессов
Предварительное антидействие	При необходимости выполнить действие с обоими эффектами — полезным и вредным, действие заменяется таким, которое нейтрализует вредные эффекты	Использование PERT-диаграмм. Устранение необходимости антикризисного управления	Планирование, мониторинг и контроль

действий могут стать непредсказуемые процессные противоречия, что может привести к потере управляемости [3]. Несмотря на то что методология ТРИЗ ориентирована на область технических решений, принципы ТРИЗ успешно работают в области управления проектами.

Некоторые стандартные приемы (или специализированные навигаторы) ТРИЗ, разработанные для решения стандартных технических противоречий, применимы в проектном менеджменте в различных группах проектных процессов [4]. В таблице рассмотрены принципы ТРИЗ, применимые в практике управления проектами.

Анализ стандартных приемов ТРИЗ проводился по инженерным параметрам, причем отбирались те из них, которые бы легче адаптировались к эмоциональной и функциональной компонентам проектного процесса. При использовании АРИЗ (алгоритма решения изобретательских задач) была разработана матрица противоречий параметров бизнес-процесса в проектном менеджменте (рис. 3). Ключевыми этапами АРИЗ являются следующие:

- 1) формулирование постановки задачи;
- 2) моделирование противоречий;
- 3) анализ факторов несовместимости;

4) применение методов устранения противоречий;

5) верификация решений. Упрощенная блок-схема АРИЗ представлена на рис. 2.

С учетом принципов ТРИЗ, применимых в практике управления проектами (см. табл.), эксперты Лиссабонского университета предложили восемь базовых параметров бизнес-процесса в проектном менеджменте [5]:

1. Психологическое давление.
2. Эмоциональная устойчивость.
3. Потери информации.
4. Потери времени.
5. Надежность.
6. Разрушительные факторы, влияющие на процесс.
7. Способность к адаптации.
8. Производительность.

Применение АРИЗ к восьми базовым параметрам может расширить возможности решения проблем в группах процессов управления проектами.

Рассмотрим способы разрешения противоречий между парами конфликтующих параметров, выделенных в матрице противоречий на рис. 3 цветными ячейками.

Для разрешения противоречия между *Эмоциональной устойчивостью* (2) и *Потерями информации* (3) можно использовать прием *Антивес* (см. табл.). Разрешение этого противоречия оказывает влияние на все группы процессов управления проектами, обеспечивая поддержку высшего руководства и сдачу отчетов до реализации новых инициатив. Противоречие между *Потерями информации* (3) и *Способностью к адаптации* (7) разрешается с помощью приема *Универсальность*. Разрешение этого противоречия с помощью диверсификации навыков сотрудников в матричной структуре и использования стандартных форм спецификаций оказывает положительное влияние на группу процессов этапа планирование. В случае противоречия между *Потерями времени* (4)

и *Надежностью* (5), принципами, которые применяются для исправления ситуации, будут *Объединение* и *Предварительное антидействие*. Разрешение этого противоречия оказывает влияние на группу процессов инициирования, создавая сеть альянсов для достижения единства между всеми заинтересованными сторонами проекта и разработки коллективных подходов к проблемам или возможностям в рамках проектных совещаний. Согласованные действия стейкхолдеров способствуют совместному планированию и предотвращению или ослаблению кризисных ситуаций. В случае противоречия между *Надежностью* (5) и *Разрушительными факторами, влияющими на процесс* (6), принципами, применяемыми для исправления ситуации, могут быть *Объединение* и *Предварительное антидействие*. Разрешение этого противоречия оказывает влияние на группу процессов инициирования. Важно сформировать сеть альянсов для достижения единства между всеми заинтересованными сторонами и разработать коллективные подходы к проблемам или возможностям, рассматриваемым на совещаниях. Кроме того, использование PERT-диаграмм и диаграмм Ганта повышает эффективность процессов планирования, мониторинга и контроля, а также сокращает сроки ликвидации последствий кризисных ситуаций. При противоречии между *Разрушительными факторами, влияющими на процесс* (6) и *Эмоциональной устойчивостью* (2), также используются приемы *Объединение* и *Предварительное антидействие*. Положительный эффект от применения данных приемов аналогичен рассмотренному выше.

Примером компании, которая воспользовалась принципами ТРИЗ, чтобы повысить эффективность своей проектной деятельности, может являться португальское производственное предприятие A. J. Costa, основанное

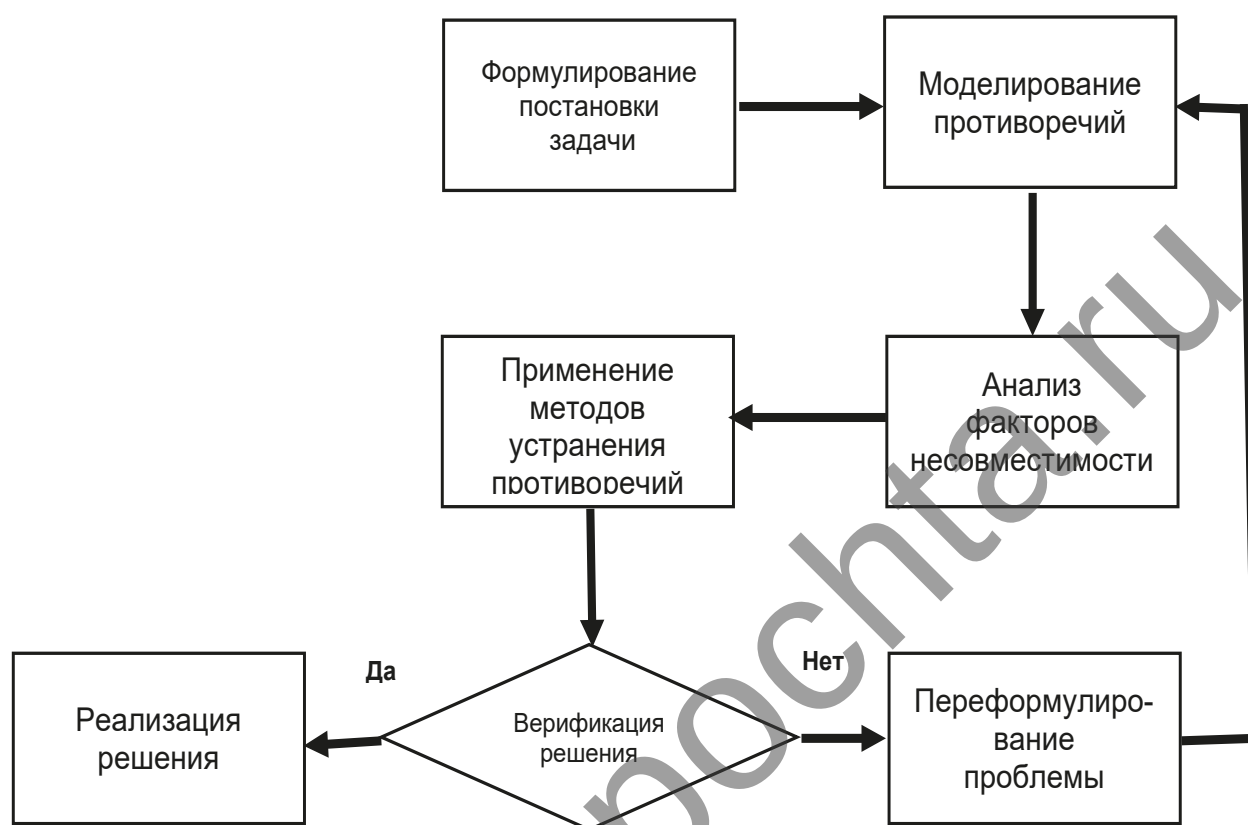


Рис. 2. Упрощенная блок-схема АРИЗ

в 1953 г. Специализация предприятия — разработка и производство медицинского оборудования и расходных материалов для больничных стационаров. Основными продуктами предприятия являются дезинфекционные камеры для постельного белья и посуды из нержавеющей стали, вертикальные и горизонтальные паровые стерилизаторы и парогенераторы, а также широкая линейка посуды из нержавеющей стали. Помимо производства, компания осуществляет техническое обслуживание медицинского оборудования, обеспечивая его нормальное функционирование и надежную работу.

Компания A. J. Costa — не единственный поставщик медицинского оборудования на Пиренейском полуострове и в последние годы столкнулась с жесткой конкуренцией других производителей. Для улучшения потребительских свойств и характеристик

Проблема эффективного управления процессами является одной из наиболее актуальных проблем последних десятилетий. Для решения технических задач, возникающих в процессе разработки новых продуктов, многими компаниями были изучены и применены инструменты ТРИЗ — точной методологии, базирующейся на установленных закономерностях.

основных продуктов компании — дезинфекционных камер и стерилизаторов — на предприятии была сформирована межфункциональная рабочая группа, которой поставили задачу выявить технические несовершенства изделий, влияющие на выбор заказчика.

Рабочей группой были проанализированы модели существующих

ПАРАМЕТРЫ	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Психологическое давление		!	!	?	!	X	!	!
2. Эмоциональная устойчивость	!		!	!	X	!	X	!
3. Потери информации	X	!		X	!	X	!	!
4. Потери времени	?	!	X		!	X	!	!
5. Надежность	!	X	!	!		!	X	X
6. Разрушительные факторы, влияющие на процесс	X	!	X	X	!		!	!
7. Способность к адаптации	!	X	!	!	X	!		!
8. Производительность	!	X	!	!	X	!	!	

Условные обозначения:

- ! – противоречие между параметрами присутствует;
X – противоречие между параметрами отсутствует;
? – противоречие между параметрами не является очевидным.

Рис. 3. Матрица противоречий параметров бизнес-процесса в проектном менеджменте

Согласно стандарту ISO 9000 процессный подход означает, что сначала должна быть разработана совокупность действий (когда идентифицируются один вход и один выход процесса), и после этого необходимо удостовериться, что выбранная изолированная совокупность действий приносит дополнительную ценность клиентам или организации в ходе исполнения процесса.

промышленных стерилизаторов с целью определения степени их соответствия новым требованиям заказчика. Методология ТРИЗ использовалась для выявления технических противоречий и поиска новых решений. В работе использовалась блок-схема АРИЗ (см. рис. 2). Стало ясно, что новые модели стерилизаторов, которые будут выведены на рынок, должны претер-

петь значительные технические изменения: в частности, в модуле сосуда высокого давления, в котором производится стерилизация материалов. Размеры стерилизационной камеры были изменены. (Прежние размеры: 70 см в ширину, 70 см в высоту, 150 см в глубину при емкости 735 литров вместимости; новые размеры: 70 см в ширину, 112 см в высоту, 110 см в глубину при 862 литрах вместимости). Производительность двери стерилизатора также была поставлена под сомнение. Две двери, работающие вертикально, были заменены двумя дверями, работающими горизонтально. Изменилась и система направляющих для перемещения двери. Теперь двери стали раздвигаться.

Рабочая группа также провела исследование расположения модулей и компонентов стерилизаторов (в том числе электрического каркаса, силового каркаса, вакуумного насоса, водяного насоса, конденсатного поддона, клапанов, фильтров и т. д.), чтобы найти

оптимальные конструктивные решения для облегчения удобной сборки, технического обслуживания и замены вышедших из строя модулей. Была обнаружена проблема трудного доступа к некоторым механическим и электрическим компонентам. Проблема была решена: новые стерилизаторы компании имеют полностью модульную структуру; а некоторые механические и электрические компоненты перенесены на боковую стенку корпуса стерилизатора. Таким образом, операции по техническому обслуживанию стали проще.

Одним из факторов, которые вносят наибольший вклад в успех проекта, является способность компании к генерации новых идей и реализации инновационных решений. Инновации имеют решающее значение для поддержания рыночной конкурентоспособности. Методология ТРИЗ с ее инструментарием поиска новых решений может способствовать успеху реализации сложных многофакторных проектов.

Для реализации всех конструктивных изменений была сформирована проектная команда, ориентированная на удовлетворение потребностей заказчика и выполняющая проект в соответствии со спецификациями, сроками и назначенным бюджетом. Чтобы повысить эффективность работы проектной команды в условиях жестких сроков и бюджетных ограничений была применена матрица противоречий параметров бизнес-процесса в проектом

менеджменте (рис. 3). Она помогла выявить и устранить процессные противоречия. Как результат, проектной команде удалось сформировать единое для всех стейкхолдеров (включая заказчиков) видение целей и результатов проекта, а также обеспечить оперативное взаимодействие между всеми заинтересованными сторонами.

Постоянная потребность в изменениях приводит к растущему числу проектов во всех сферах бизнеса и социальной жизни, поэтому сегодня мы наблюдаем высокий интерес к высокоэффективным инструментам управления проектами. Одним из факторов, которые вносят наибольший вклад в успех проекта, является способность компании к генерации новых идей и реализации инновационных решений. Инновации имеют решающее значение для поддержания рыночной конкурентоспособности. Методология ТРИЗ с ее инструментарием поиска новых решений может способствовать успеху реализации сложных многофакторных проектов.

Библиографический список

1. Project Management Institute [PMI]. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (4th ed.). ANSI/PMI 99-001-2008 [Standard]. Newton Square, Pennsylvania: PMI; 2008.
2. **Johansson H., McHugh P., Pendlebury J., Wheeler W.** Business Process Reengineering: Break point strategies for market dominance, Chichester: John Wiley and Sons; 1993.
3. **Jamali K., Hashmi S.** Managing Projects through the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ). International Research Journal of Finance and Economi. 2010; 44:169–185.
4. **Retseptor G.** 40 Inventive Principles in Quality Management. URL: <http://www.triz-journal.com/archives/2003/03/a/01.pdf>, 2003
5. **Triep B., Caldeira H.** A Metodologia Triz na Gestão de Projectos. [Technical Report] Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Dec., 5, 2010.

Приглашаем авторов к сотрудничеству.
Статьи в журнале публикуются на безгонорарной основе

Эффективное управление инструментом обеспечением на основе современных информационных технологий

Вороненко В. П., д-р техн. наук, профессор,
кафедра технологии машиностроения, МГТУ «СТАНКИН»,
Акимкин А. А., инженер-технолог, АО ГКНПЦ им. М. В. Хруничева,
Опекунова Д. Р., магистрант, МГТУ «СТАНКИН»,
Дарморос М. А., зам. начальника 6-го отдела, НИИЦ СТ ЖДВ

В статье рассматривается применение исполнительных производственных систем MES (Manufacturing Execution Systems) для оперативной доставки средств технологического оснащения (СТО) на рабочие места. Своевременная поставка инструмента, требуемого для выполнения текущей технологической операции, крайне важна, так как решение этой задачи напрямую сказывается на конечной себестоимости продукции за счет уменьшения простоев оборудования. Решить эту задачу возможно при использовании современных программных комплексов, таких как системы MES. О том, почему важна своевременная поставка инструментов и оснастки, а также каким образом системы MES могут помочь в подготовке производства рассказывается в статье.

Ключевые слова: MES, исполнительные производственные системы, СТО, технологическая оснастка, инструментаобеспечение, бережливое производство, оптимизация, Индустрия 4.0.

EFFECTIVE TOOL MANAGEMENT BASED ON MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES

Voronenko V.P., Akimkin A.A., Opekunova D. R., Darmoros M.A.

The article discusses the use of executive production systems MES (Manufacturing Execution Systems) for the prompt delivery of technological equipment (STO) to workplaces. Timely delivery of the tools required for the current technological operation is extremely important, since the solution of this problem directly affects the final cost of production by reducing equipment downtime. It is possible to solve this problem using modern software systems, such as MES systems. Why timely delivery of tools and tooling is important, and how MES systems can help in preparation for production are discussed in the article.

Keywords: MES, executive production systems, service station, tooling, tooling, lean manufacturing, optimization, Industry 4.0.

С помощью MES можно выдерживать баланс между дефицитом и перенасыщением инструмента, что значительно сохраняет фонды предприятию. MES позволяет оперативно реагировать на изменения текущего состояния производства, предлагая самые выгодные маршруты и технологические решения, а также оперативно решать задачу подготовки производства, что уменьшает время, необходимое для начала работ. MES распределяет ресурсы, планирует производство и является одной из необходимых вещей для перехода к Индустрии 4.0. Рассматривается вопрос планирования изготовления инструмента второго порядка, так как прогнозирование данной потребности производства осложняется тем, что она требует синхронизации инструментального и основного производства предприятия. Затронут вопрос бережливого производства и взаимодействия данной концепции с системами MES, проблема возникновения узких мест и возможных последствий их устранения.

Хорошо известно, что качественный и правильно подобранный инструмент — это 50% успешно выполненной работы, в то же время не стоит забывать уделять внимание технологической оснастке и инструменту второго порядка. Оснастка — это дополнительные специально разработанные приспособления, задача которых — облегчение труда и возможность выполнять определенные операции, выполнение которых зачастую невозможно. Инструмент второго порядка — это тот инструмент, который нужен для изготовления инструмента первого (инструмент основного производства) и оснастки [1, 6].

Пример. Нам требуется изготовить 1 тыс. ед. труб топливопровода с тремя фланцами, соблюдая изгиб трубы в определенных местах. Так как сама

труба «ломаная», расположение составных частей в правильных местах представляет собой не простую задачу. Такой процесс сварки и в целом изготовления неудобен. На помощь придет оснастка и инструмент второго порядка, изготавливаем 1 ед., после контроля и убеждения в том, что изделие соответствует конструкторской документации, считаем ее эталоном. Она не входит в партию запуска. По эталону изготавливаем приспособление для фиксации труб по фланцам и изгибам, так, чтобы эталон был надежно закреплен. Теперь для производства есть приспособление, с помощью которого рабочие будут гораздо быстрее и с требуемой точностью монтировать и сваривать нужные нам изделия. Эталон в данном случае является инструментом второго порядка, так как он служит для создания приспособления, а приспособление является оснасткой, так как оно специально разработано для операции такого типа и облегчает труд, но при этом не является инструментом (рис. 1).

Однако есть один важный аспект в работе машиностроительного предприятия, какое бы количество средств технологического оснащения (СТО) ни было во владении у организации, если оно своевременно не поступает на рабочие места, создаются простои, связанные с ожиданием инструмента [3, 7]. Как следствие, это выражается в срыве сроков изготовления партий, повышении конечной стоимости изделий, за счет увеличения нормочасов и многих других негативных последствиях. СТО включает в себя не только специальную оснастку, но и измерительный, режущий и другие инструменты, незаменимые для выполнения технологических операций.

Решение данной проблемы хорошо освещает известная во всем мире концепция управления производственными участками, именуемая «Бережливое производство» (Lean

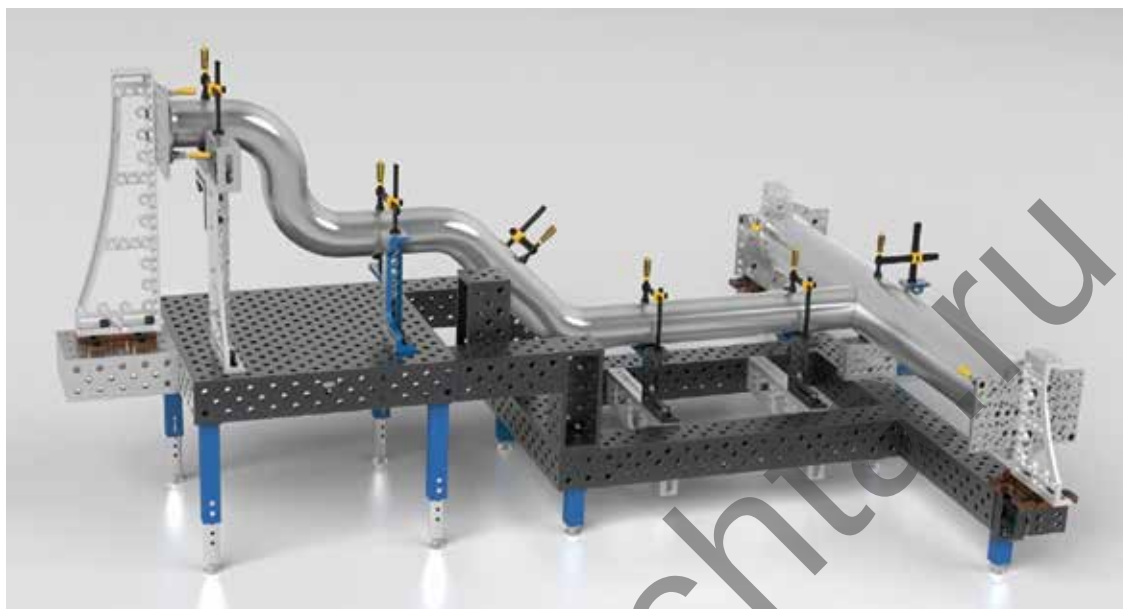


Рис. 1. Пример приспособления для сварки труб с установленными составными частями трубы

Manufacturing), в системе 5S — когда рассматриваются методы рационализации рабочего места. Вопрос оперативной поставки СТО на рабочие места освещается методологией SMED, также известной, как методология «Быстрая переналадка» [4]. Краткий смысл методологии заключается в том, чтобы минимизировать простои оборудования (внутренняя переналадка проводится с остановкой оборудования), а действия, относящиеся к внешней переналадке (проводятся без остановки оборудования), проводить на протяжении всего цикла работы, а не совместно с внутренними переналадками. Однако в данной методологии не дается никакого инструментария для ее воплощения.

Не стоит даже и говорить о том, что держать всю технологическую оснастку (режущий, вспомогательный, измерительный инструмент и специальные приспособления) на каждом рабочем месте не только неэкономично, но зачастую и невозможно. Существует большое количество технологической оснастки, которая используется крайне редко, а занимает очень большое пространство. Кроме того, некоторый инструмент требует

особых условий хранения, и оборудовать рабочее место, чтобы создать необходимые условия, по меньшей мере, нерационально и дорого.

Если вы являетесь владельцем небольшой ремонтной мастерской с токарным станком, на котором проводится металлообработка, то вы можете позволить себе хранить резцы в подсобном помещении. Выполнение всех операций на станке занимает у вас час, а время на то, чтобы дойти до подсобного помещения, подобрать резец и вернуться, займет меньше двух минут. Однако мы говорим о промышленном масштабе и когда работает не один, а десятки и сотни разных станков. Для производства потеря даже десяти секунд, но с каждого рабочего выливается в часы и дни простоя. В мелкосерийном и крупносерийном машиностроительном производстве такой простой из-за отсутствия СТО на рабочих местах может достигать до 30% потерь производительного времени в зависимости от номенклатуры производства.

Перед предприятиями встает задача максимальной оптимизации потока СТО, что подразумевает под собой наличие определенного запаса технологической оснастки на рабочих местах и доставку специализированного узкопрофильного СТО на рабочие места по мере необходимости. Конечно, такая рационализация требует тщательного планирования и подготовки, синхронизации с основным производственным расписанием и продумывания логистики соответствующего материального потока [8]. В противном случае предприятие снова столкнется с простоями. На помощь приходят исполнительные производственные системы MES (Manufacturing Execution Systems). Оснащения производства MES-системой заметно сокращает затраты на содержание технологической оснастки, в частности, узкопрофильной, и позволяет сохранить хрупкий баланс между перенасыщением и дефицитом СТО [9].

Что же такое MES-система. В разных литературных источниках даются разные определения, но в одном схожи все определения: «MES — автоматизированная система управления производством». MES производит контроль, планирование, анализ данных, распределение ресурсов и т.д. Всего выделяют одиннадцать функций. Однако для системы инструментального обеспечения и в рамках данной статьи мы сфокусируем внимание на четырех из них [1, 5, 6].

1. RAS — КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ

Данный функционал отвечает за верное распределение ресурсов. Значение слова «ресурсы» в данном случае носит широкое понимание, под ресурсами понимается подача материалов с учетом номенклатуры, распределение рабочей силы, распределение СТО, технологической документации и т.д. Кроме того, RAS

отвечает за выбор экономически выгодного маршрута подачи на рабочие места с учетом исполнения всех вспомогательных задач, что напрямую экономит время, затрачиваемое на логистику [2].

2. ODS — ДЕТАЛИЗИРОВАННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Технология изготовления каждой детали уникальна, требуется разная оснастка, разные режимы обработки, инструменты, станки, разная и квалификация персонала. Все это связано с тем, что характеристики деталей согласно конструкторской документации разные, как и назначение. Изготовление деталей часто связано с большим количеством переналадок станков и оборудования, а как мы уже разобрались, это приводит к дополнительным финансовым потерям. К сожалению, на текущий момент полностью исключить переналадки и смены технологических баз не представляется возможным, если речь идет о многономенклатурном производстве, но минимизировать их важнейшая задача. Нужно корректно рассчитывать время загрузки оборудования, обращая внимание в первую очередь на минимальное количество переналадок [2].

MES-системы, обладая мощными вычислительными возможностями, делают это быстро и качественно, учитывая все нюансы производства, выбирая самый экономически обоснованный вариант. На текущий момент при формировании производственного расписания MES-системы имеют возможность работы с большим количеством критериев и аспектов. Одним из важных факторов, который мы уже затрагивали в данной статье, является то, что MES-система учитывает привязку уникального СТО к рабочим местам. Существуют MES-системы с расширенным функционалом, например, такие как российская

разработка «ФОБОС», способные при формировании расписания учесть аспект «технологических сборов» (совместной обработки технологически сопрягаемых поверхностей), т.е. учесть такую производственную ситуацию, при которой несколько разных деталей или сборочных единиц обрабатываются совместно, а по окончании обработки снова разделяются, продолжая двигаться по своим собственным технологическим маршрутам [2, 7].

3. DPU — ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

Диспетчеризация производства. А именно — оперативная корректировка производства и работы по предотвращению нештатных, аварийных ситуаций и производственных сбоев в момент, когда производство уже запущено. В идеале — без остановки производства. При возникновении любых вышеупо-

мянутых ситуаций диспетчеризация предоставляет возможности принять меры, направленные на решение всех возникших проблем. От таких оперативных действий зависит выполнение плана производством, избежать таких ситуаций невозможно, а оперативно среагировать и, например, перенаправить материальные потоки — прямая задача DPU. Этот функционал в режиме online меняет производственное расписание, ориентируясь на развитие ситуации на производстве, но делает это, главным образом, опираясь на перестройку расписания с минимальными затратами времени [2].

4. PM — УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Управление и контроль, но не в оперативном, а в более масштабном плане, чем здесь и сейчас. PM контролирует

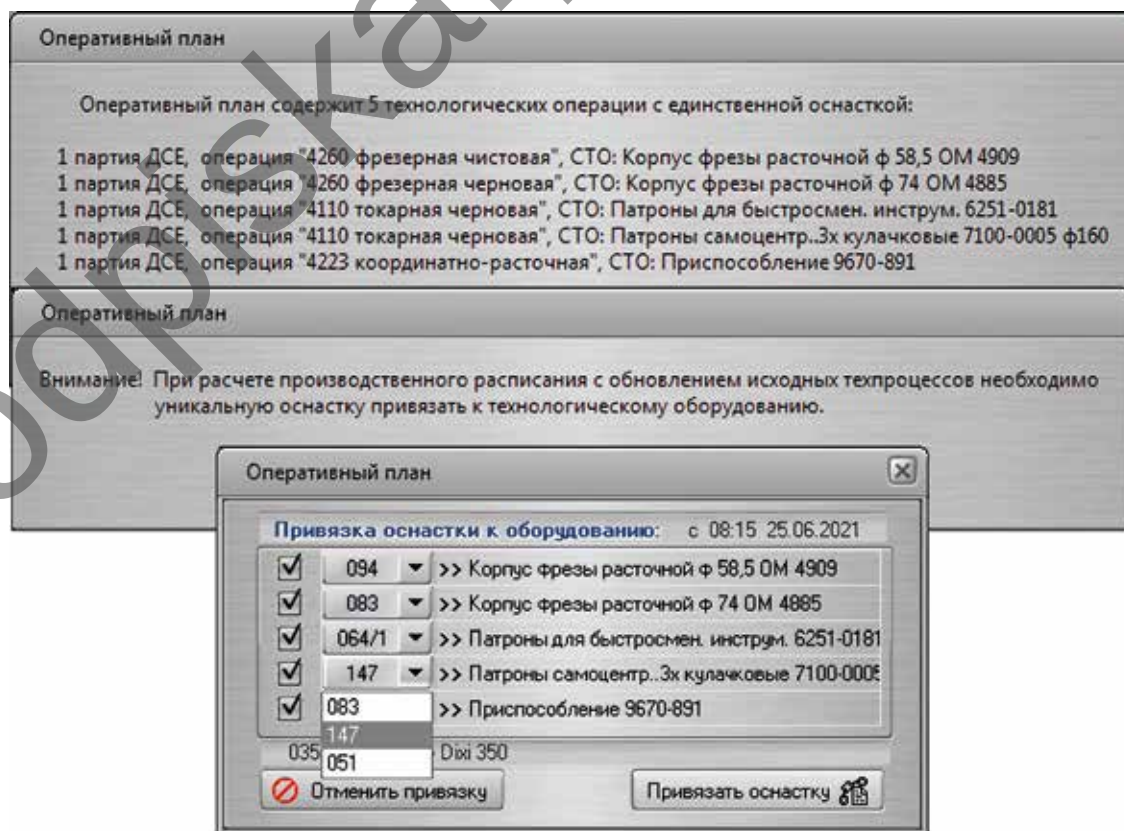


Рис. 2. Интерфейс привязки СТО к технологическому оборудованию (MES «ФОБОС»)

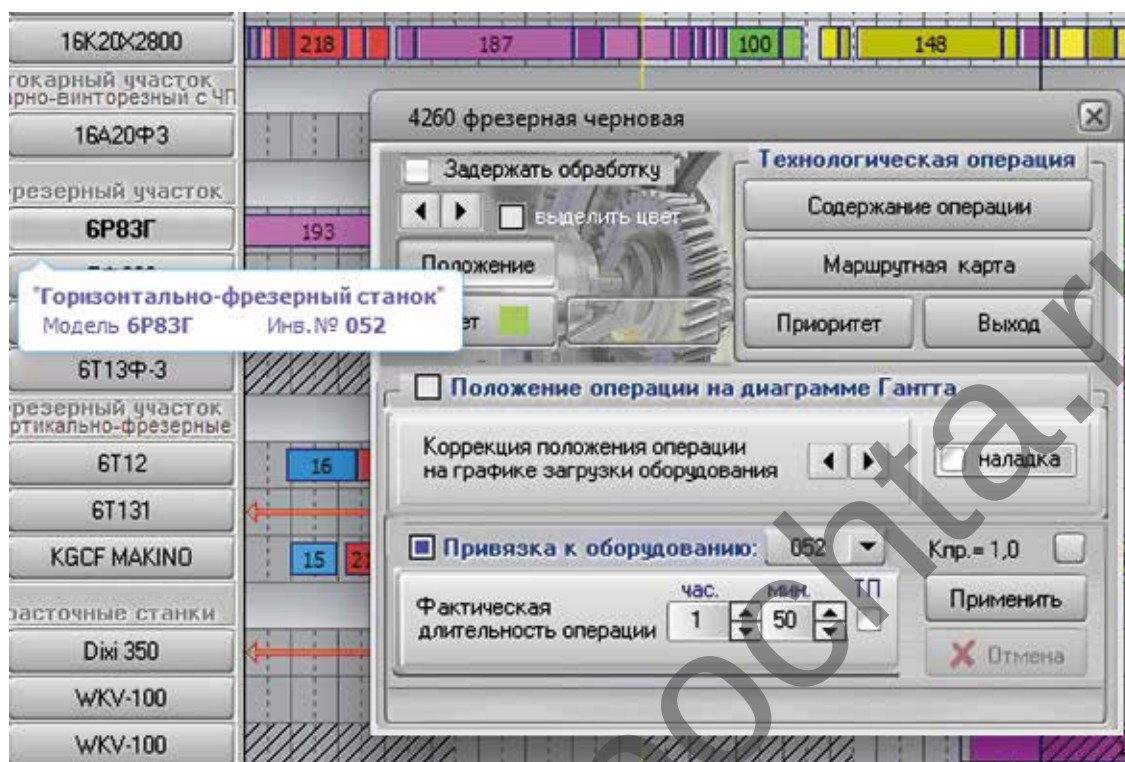


Рис. 3. Привязка СТО к оборудованию с учетом фактического времени обработки

ет темп производства и позволяет вносить корректировки в текущее положение дел на производственных участках. РМ информирует операторов о принятых решениях, благодаря чему MES-система позволяет совершенствовать управление производством.

Вернемся к системе инструментального обеспечения, все выше перечисленные функции помогают добиться своевременной доставки СТО на рабочие места. Будь то аварийная ситуация, которая требует срочного вмешательства или планирование запуска производства. Неоценимая помощь MES-систем производству — это быстрое реагирование на потребности и предоставление решений в зависимости от ситуаций. MES-системой заведомо составляется график, согласно которому рабочие места получают СТО вовремя, этот же график корректируется системой если ситуация меняется. (рис. 3 и 4). Все эти функции помогают персоналу максимально быстро подготовить производство к запуску

новой партии изделий и поддержке эффективности на нужном уровне, в тот момент, когда производство уже запущено [9]. Учитывается загрузка рабочих мест, оборудования, контролируются запросы на доставку инструментов от каждого из рабочих мест, без использования MES-систем оперативная обработка такого количества информации одним человеком физически невозможна, а группа людей должна иметь численность, растущую прямо пропорционально размерам предприятия [5, 8].

MES-системы минимизируют потери рабочего времени в производстве по причине отсутствия необходимых средств технологического оснащения на рабочих местах, что помогает достичь того самого баланса между избытком и дефицитом инструмента и СТО. В современном машиностроении каждый непроизводительный простой оборудования ведет к увеличению себестоимости продукции, если рабочее место загружено, то оно

График поставки технологической оснастки на рабочее место: 6Р83Г									
Операция: 4260 фрезерная черновая						701-019.022		Противоотжим	
№ п/п	Поставить к		Применять до		Опер.№	Наименование оснастки			
84	08:55	28.06.2021	14:05	28.06.2021	020	Фреза ступенч. обраб. ф 11Н14 и ф 15Н14 ОМ 2269			
85	14:05	28.06.2021	19:15	28.06.2021	020	Фреза спец для образцов ф20х2 ОМ 4399			
86	19:15	28.06.2021	08:30	29.06.2021	030	Фреза конц. с ц/х. Тип 1 2220-0009 ф 8; 63 мм			
87	08:30	29.06.2021	10:45	29.06.2021	040	Фреза диск. трехстор. из б/р стали 2240-0372 ф63			
88	14:15	29.06.2021	16:05	29.06.2021	020	Фреза конц. с ц/х. Тип 1 2220-0009 ф 8; 63 мм			
89	16:05	29.06.2021	22:20	29.06.2021	060	Фреза конц. с ц/х. Тип 1 2220-0021 ф 20; 104 мм			
90	22:20	29.06.2021	23:30	29.06.2021	020	Фреза конц. с ц/х. Тип 1 2220-0009 ф 8; 63 мм			
91	23:30	29.06.2021	10:45	30.06.2021	040	Фреза конц. с ц/х. Тип 1 2220-0433 ф 9; 69 мм			
92	10:50	30.06.2021	14:00	30.06.2021	040	Фреза конц. с ц/х. Тип 1 2220-0021 ф 20; 104 мм			
93	14:00	30.06.2021	14:50	30.06.2021	040	Фреза спец для образцов ф20х2 ОМ 4399			

⏮

⏪

⏩

⏭

Потребность в оснастке с 25.06.2021 31 по 30.06.2021 31 фрезеровать торцы согл

Вид инструмента: ☒ режущий ☐ измерительный ☐ вспомогательный ☐ приспособление

Деталь	Партия
701-019.005 Плита верхняя	10032-005
СТ-3 ГОСТ 380-74 - 55*395*655	2 шт.

Заказ № 10032

🔍

⏮

⏪

⏩

⏭

Оснастка: 19:15 28.06.2021 - 08:30 29.06.2021

Фреза конц. с ц/х. Тип 1 2220-0009 ф 8; 63 мм ГОСТ 17025-71

Рис. 4. Фрагмент графика поставки СТО на рабочие места, синхронизированного с основным производственным расписанием (MES «ФОБОС»)

должно работать, а не ожидать технологического оснащения. Управляя инструментом с помощью MES-системы [1], предприятия в значительной мере экономят денежные средства, не только за счет уменьшения себестоимости продукции, но и за счет сокращения складских площадей, благодаря грамотной выдержке баланса численности СТО. Эффективность одного оператора при пользовании MES-системой сопоставима с целым отделом предприятия [6, 9].

Еще один важный аспект, требующий внимания, это вопрос производства инструмента второго порядка. Инструментальное производство — это отдельная структура, которая должна быстро отвечать на запросы основного производства. В частности, когда речь идет о смене направления

производства с одного изделия, на котором уже были отработаны все технологические процессы и нюансы, на новое, еще не знакомое для предприятия. Почти сразу же возникает необходимость в изготовлении новой технологической оснастки, а она в свою очередь требует изготовления инструмента второго порядка, причем тоже нового, который ранее в производстве не применялся. Задача MES-системы отследить такую ситуацию и заведомо запустить изготовление, это достигается путем синхронизации плана работы инструментального и основного производств. Для персонала предприятия задача подобного рода представляет сложности, так как нужно спрогнозировать одновременно отсутствие СТО и инструмента второго порядка,

который служит для создания СТО. Другими словами, сначала надо создать «то, с помощью чего будет создаваться оснастка», а потом саму оснастку, но явного дефицита СТО поверхностно незаметно, требуется проводить детальный анализ, чтобы понимать, в какой момент он возникнет. В другом случае дефицит проявит сам себя, но будет слишком поздно, так как начнется простой [4, 7, 9]. MES-системам не испытывают таких трудностей; благодаря своим вычислительным мощностям им под силу провести детальный просчет всех технологических процессов, что позволяет предусмотреть возникновение простоя и разработать действия, направленные на его исключения, то есть заранее запланировать весь необходимый инструмент до запуска основного производства. Благодаря MES-системам простой, связанный

с отсутствием СТО на рабочих местах, не наступает (рис. 5).

Хотелось бы в завершении вернуться к вопросу применения методологий 5S и SMED концепции «Бережливое производство». Бережливое производство подразумевает под собой принцип управления предприятием повышающий эффективность производства за счет сокращения потерь [4]. Современной доставке СТО, инструментов первого и второго порядков в концепции отведена довольно крупная часть. Возможность корректно планировать производство напрямую сказывается на эффективности и конкурентоспособности предприятия. MES-системы — это инструмент, упрощающий решение большого количества проблем, связанных с планированием и организацией производства. Однако при внедрении упомянутой концепции возникает

Код партии	Обозначение наименование	Кол...	Изготавливаемые узлы
200.088-001	729.00.657.0204 ПРЕССФОРМА	1	729.00.657.0204 ПРЕССФОР
200.088-002	729.00.657.0204/1.006 ПУАНСОН В СБ	1	729.00.657.0204/1.006 П
200.088-003	729.00.657.0204.001 Пуансон	1	729.00.657.0204.001
200.088-004	729.00.657.0204/1.007 МАТРИЦА В СБ	1	729.00.657.0204/1.007 М

Технологически связанные детали и сборочные единицы (ДСЕ)			
Базовая ДСЕ : 729.00.657.0204.001, Операция в сборе : "0208 комплект. технолог. оснастка"			
☒	729.00.657.0204.001 Пуансон	010	4285 пило-отрезная
☐	729.00.657.0204.-01 Шаблон для пуансона	020	4110 токарная черновая
☐	729.00.657.0204.-02 Шаблон для пуансона	030	5020 термообработка (улучшение)
☐	729.00.657.0204.-04 Резец канавочный	+040	0208 комплект. технолог. оснастка
		050	4110 токарная чистовая
		060	4223 координатно-расточная
		070	0108 слесарная обработка
		080	7001 гальванопокрытие
		090	4110 токарная чистовая

Код	Обозначение	Наименование	Оборудование	Время	Тр.
1.07					
1.01	020	4110 токарная черновая	Токарный станок (черновой)	0:12	1:30
2.00	030	5020 термообработка (улучшение)	Электропечь	8:00	1:00
3.00	+ 040	+ 0208 комплект. технолог. оснасткой	Стенд для комплектации оснастки	0:01	0:01
1.01	050	4110 токарная чистовая	Токарный станок [чистовой]	0:15	3:20
1.03	060	4223 координатно-расточная	Координатно-расточной станок	0:30	1:30

Рис. 5. Синхронизация графика изготовления инструмента второго порядка с основным расписанием, составленным средствами MES

один многогранный момент, а именно — возникновение узких мест. Этот аспект особенно ярко проявляется в инструментальном производстве, так как нехватка инструмента и оснастки зачастую приводит именно к такому исходу. Узкое место (Bottle-Neck) — это в зависимости от масштаба цеха, производственного участка или рабочего места, которые не справляются с работой из-за простоев по организационным или техническим причинам, как правило, чаще всего встречаются ситуации, когда на участок поступает больше заказов, чем участок физически может успеть обработать. Создается задержка или выстраивается очередь из производственных заказов [4, 8]. Самое интересное в возникновении узких мест — это то, что при ликвидации одного появляется другое. Своевременно находить и анализировать возникновение подобных мест и предлагать решения помогают MES-системы.

Для примера рассмотрим абстрактный производственный маршрут.

В цеху имеются: один ленточнопильный, один токарный, два фрезерных, один шлифовальный станки. Заготовка отрезается в размер на ленточнопильном станке, поступает на токарный станок, после этого на фрезерование и в завершении на шлифование. Ленточнопильный и токарные станки способны за единицу времени пропустить через себя две единицы продукции, а фрезерный и шлифовальный только одну. Усложним задачу, дополним условия наличием только одной нужной фрезы для выполнения обработки, таким образом, задействован только один фрезерный станок. Возникает узкое место — фрезерный участок получает в два раза больше полуфабрикатов, чем может обработать, а шлифовальный участок получает заказы поштучно и справляется с работой в срок. Узкое место очевидно, это фрезерный

участок, как очевидна и причина его возникновения — отсутствие фрезы, руководству требуется докупить фрезу, чтобы ликвидировать узкое место. Однако когда фрезерные станки стали работать на полную мощность, шлифовальный станок теперь получает в два раза больше полуфабрикатов, и узкое место теперь находится там.

Этот пример позволяет рассмотреть причины появления узких мест на производстве. Данный вопрос многогранный по той причине, что своевременное обнаружение узких мест приводит к необходимости в постоянном управлении производством и модернизации процессов, что и подразумевает концепция бережливого производства. Как только узкое место обнаружено MES-системой, важно его расширить или обойти при помощи оперативного управления производством.

Индустрии 4.0 требует полноценного использования современных систем автоматизации управления. MES-системы — это универсальный инструмент [1, 2, 8]. Он подходит как к крупно-серийным, так и к единичным производствам и позволяет значительно повысить их эффективность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Кутин А. А., Акимкин А. А., Вороненко В. П., Зин Мин Тхун.** Обеспечение эффективности производства за счет своевременной доставки средств технологического оснащения // Ритм машиностроения. — 2021. — № 6. — С. 44–47.
2. **Фролов Е. Б., Нестеров П. А., Косьяненко А. В.** Правила оптимального выбора исполнительной производственной системы (MES) для машиностроительного предприятия // Главный инженер. — 2019. — № 9. — С. 25–35.
3. **Кутин А. А., Туркин М. В.,** Критерий структурной оптимизации произ-