

ОПТИМИЗАЦИЯ

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО 4.0



Текст: Андрей Шкодин

Сегодня существуют две сверхпопулярные концепции, которые непременно должны помочь нашему производству стать конкурентоспособным, эффективным и современным. Это «Бережливое производство» и «Индустрия 4.0». Адепты каждой из них считают именно себя спасителями отечественного производства и убеждают, что применение именно их методологий приведет нас в светлое будущее. Я уже неоднократно говорил о том, что успешность предприятия зависит от эффективной действующей на нем производственной системы, в рамках которой, конечно же, необходимо применять и передовой опыт, и лучшие практики, естественно, с адаптацией под определенные произ-

водство и задачи. Но если ставить конкретный выбор в пользу той или иной концепции? По моему мнению, инструменты Бережливого производства имеют полное право быть применимыми, но не стоит забывать, что в своих классических вариантах они представляют собой консолидацию опыта конкретной японской компании по производству автомобилей и появились в середине прошлого века. А концепция Индустрии 4.0 подразумевает использование, в первую очередь, современных цифровых технологий, что является вполне логичным шагом в развитии не только промышленности, но и общества и мира в целом. Возможен ли симбиоз этих двух концепций? Попробуем разобраться.

Муда и Big Data

Муда, что по-японски означает «потери», это любая деятельность, которая потребляет ресурсы, но не создает ценности для клиента.

Big Data – большие данные. Это различные инструменты, подходы и методы обработки как структурированных, так и неструктурированных данных для того, чтобы их использовать для конкретных задач и целей.

Борьба с потерями – это основная концепция Бережливого производства.

Напомню, что Тайити Оно, основоположник производственной системы «Тойота», которая является основополагающей в концепции Бережливого производства, определил семь основных типов потерь:

1. Потери из-за перепроизводства.
2. Потери времени из-за ожидания.
3. Потери при ненужной транспортировке.
4. Потери из-за лишних этапов обработки.
5. Потери из-за лишних запасов.
6. Потери из-за ненужных перемещений.
7. Потери из-за выпуска дефектной продукции.

Чтобы устранить потери, нужно для начала их выявить, причем не просто выявить, но и посчитать, т.е. получить конкретную цифру. После этого определить причины, а дальше уже заняться оптимизацией. Собственно, весь процесс, это: на входе получение исходных данных, их обработка, а на выходе – определенный набор действий и операций, которые будут способствовать тому, чтобы дальше исходные данные претерпели нужные изменения.

Ключевое слово здесь «данные». И количество этих данных на современном, даже небольшом, производстве достаточно велико, и было бы совсем неэффективно для их обработки использовать, например, калькулятор и блокнот, да и простые проверенные офисные программы тоже уже мало подходят для этих целей. Может быть я ошибаюсь, но в настоящее время на абсолютном большинстве предприятий пользуются специализированным программным обеспечением для обработки данных, по крайней мере, в системе бухгалтерского учета. Использование программного обеспечения для получения, хранения и обработки других данных (производство, логистика, склад, оборудование и т. д.) также необходимо и реализуется при

Три уровня АСУП

	Пользователь	Объект управления	Приложение
1	Руководитель	Предприятие	ERP
2	Начальник производства	Производство	MES
3	Оператор	Технологический процесс	SCADA

Вспомогательные системы АСУП

	Пользователь	Объект	Приложение
1	Продавец	Продажи	CRM
2	Бизнес-аналитик	Ключевые показатели эффективности (KPI)	BI
3	Менеджер	Бизнес-процессы	BPM
4	Механик	ТОиР	EAM
5	Энергетик	Энергоэффективность	CEM
6	Менеджер	Производственное планирование	APS
7	Конструктор	Изделие	PLM
8	Технолог	Лаборатория качества	LIMS

ERP (Enterprise Resource Planning) – система планирования и управления ресурсами предприятия.

MES (Manufacturing Execution System) – система управления производственными процессами.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – система диспетчеризации и сбора данных.

CRM (Customer Relationship Management) – система управления взаимоотношениями с клиентами.

KPI (Key Performance Indicators) – ключевые показатели эффективности.

BI (Business Intelligence) – система обработки данных для получения текущих показателей деятельности (от операционных до стратегических) организации и её отдельных подразделений.

BPM (Business Process Management) – система управления бизнес-процессами организации.

ТОиР – техническое обслуживание и ремонт.

EAM (Enterprise Asset Management) – система управления основными фондами.

CEM (Corporate Energy Management) – система управления энергоресурсами.

APS (Advanced Planning & Scheduling) – система производственного планирования.

PLM (Product Lifecycle Management) – система управления жизненным циклом продукта.

LIMS (Laboratory Information Management System) – система управления и контроля качества.

использовании Автоматизированных систем управления предприятием (АСУП). Современные АСУП состоят из трех уровней управления и могут включать в себя дополнительные (вспомогательные) системы.

Не будем подробно рассматривать функции каждой системы, отмечу лишь, что использование качественно настроенной под конкретное предприятие АСУП позволяет оптимизировать все семь типов потерь Муда, при этом за счет оперативной обработки данных способствуют своевременному и корректному принятию решений.

5С и Big data

5С (5S) система организации и рационализации рабочего пространства, прикладной инструмент Бережливого производства.

Включает в себя пять шагов:

1. СОРТИРОВКА. Отделить нужные предметы (инструменты, детали, материалы, документы) от ненужных, чтобы убрать последние.
2. РАЦИОНАЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ. Рационально расположить то, что осталось. Поместить каждый предмет на свое место.
3. УБОРКА. Поддерживать чистоту и порядок.
4. СТАНДАРТИЗАЦИЯ. Соблюдать аккуратность за счет регулярного выполнения первых трех пунктов.
5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ. Превращение в привычку установленных процедур и их совершенствование.

В классической концепции бережливого производства данный подход применяется относительно рабочих мест. А что, если рассмотреть его с точки зрения применения к работе с данными?

Оказывается, что аналогичные требования установлены для управления данными в ITIL, своеобразной библии сотрудников IT-служб и подразделений.

ITIL (произносится как «айтіл», англ. IT Infrastructure Library – библиотека инфраструктуры информационных технологий) – библиотека, описывающая лучшие из применяемых на практике способов организации работы подразделений или компаний, занимающихся предоставлением услуг в области информационных технологий. В пяти томах библиотеки описан весь набор процессов, необходимых для того, чтобы обеспечить постоянное высокое качество ИТ-сервисов и повысить степень удовлетворенности пользователей.

Согласно ITIL управление данными включает в себя:

1. Управление информационными ресурсами, а именно:
 - › определение потребности в информации;
 - › построение реестра данных и модели данных предприятия;
 - › выявление дублирования и недостатков данных;
 - › поддержку каталога/индекса информационного контента.

Т.е. по сути выполняется сортировка и идентификация данных.

2. Управление технологиями данных, включающее такие процессы как проектирование баз данных и управления базами данных. Т.е. необходимо обеспечить рациональное расположение данных.
3. Управление информационными процессами, включая процессы создания, сбора, доступа, модификации, хранения, удаления и архивирования данных. Т.е. и на сервере нужно делать уборку и поддерживать его в порядке.
4. Управление стандартами и политикой данных, т.е. организация должна определить стандарты и политику в области управления данными.

Я не знаю, руководствовалась ли британская организация-разработчик ITIL принципами 5С, но налицо явное совпадение обозначенных требований в области управления данными с концепцией 5С. Скорее всего дело в том (и я об этом уже писал), что 5С не является каким-то уникальным инструментом, а всего лишь представляет собой набор универсальных, вполне логичных требований к организации рабочего пространства.

SMED и аддитивные технологии

Быстрая переналадка (Single-Minute Exchange of Dies – SMED – быстрая смена пресс-форм) – один из прикладных инструментов Бережливого производства, представляющий собой способ сокращения издержек и потерь при переналадке и переоснастке оборудования. Изначально эта система была разработана, чтобы оптимизировать операции замены штампов и переналадки соответствующего оборудования.

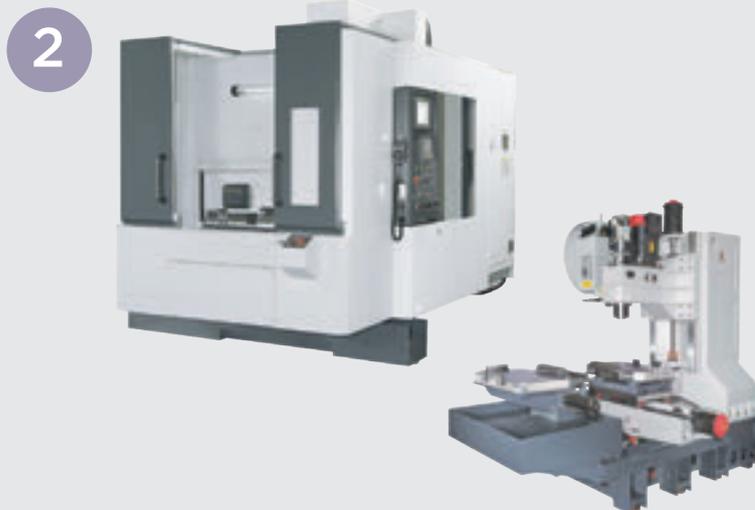
Аддитивные технологии – группа технологических методов производства изделий и прототипов, основанная на поэтапном добавлении материала на основу в виде плоской платформы или осевой заготовки.

В целом же переналадка – это замена инструмента, оснастки, заготовок на оборудовании, выполняемая для изменения параметров технологического процесса.

Методология SMED заключается в следующем.

Операции переналадки можно разделить на две категории:

- Внутренние действия по переналадке, то есть операции, которые выполняются после останова оборудования. Например, пресс-форму можно заменить только при остановленном прессе.
- Внешние действия по переналадке, то есть операции, которые могут быть выполнены во время работы оборудования. Например, болты крепления пресс-формы можно подобрать и отсортировать и при работающем прессе.



НАИМЕНОВАНИЕ	СКОРОСТЬ ШПИДЕЛЯ	УПРАВЛЕНИЕ	СМЕНА ИНСТРУМЕНТА	СМЕНА ЗАГОТОВКИ
1 Фрезерный станок середины 20 века	1600 об/мин	Ручное	Ручное, требует полной остановки станка	После остановки станка
2 Современный фрезерный обрабатывающий центр	12 000 об/мин и выше	ЧПУ	Автоматическая по управляющей программе	Установка на сменную паллету без остановки

2 Сравнение оборудования на примере фрезерных станков

Преобразование как можно большего числа внутренних операций переналадки во внешние позволяет в несколько раз сократить время переналадки оборудования.

Если сравнивать оборудование и технологии середины 20 века с существующими сегодня, то очевидно, что развитие машиностроения (в т. ч. и станкостроения) в этот период позволило:

- сократить технологическое время изготовления детали;
- увеличить машинное время относительно общего времени технологического цикла.

В первом случае: за счет применения более совершенных инструментальных материалов, совершенствования конструкций оборудования и технологических процессов, что позволило применять более производительные режимы обработки, использование систем ЧПУ; во втором – как раз за счет сокращения времени переналадки, за счет возможности выполнять её автоматически без остановки оборудования; возможности мультиоперационной обработки.

Дальнейшее развитие технологий привело к появлению аддитивного производства – перспективного

и активно внедряющегося на предприятиях во всем мире.

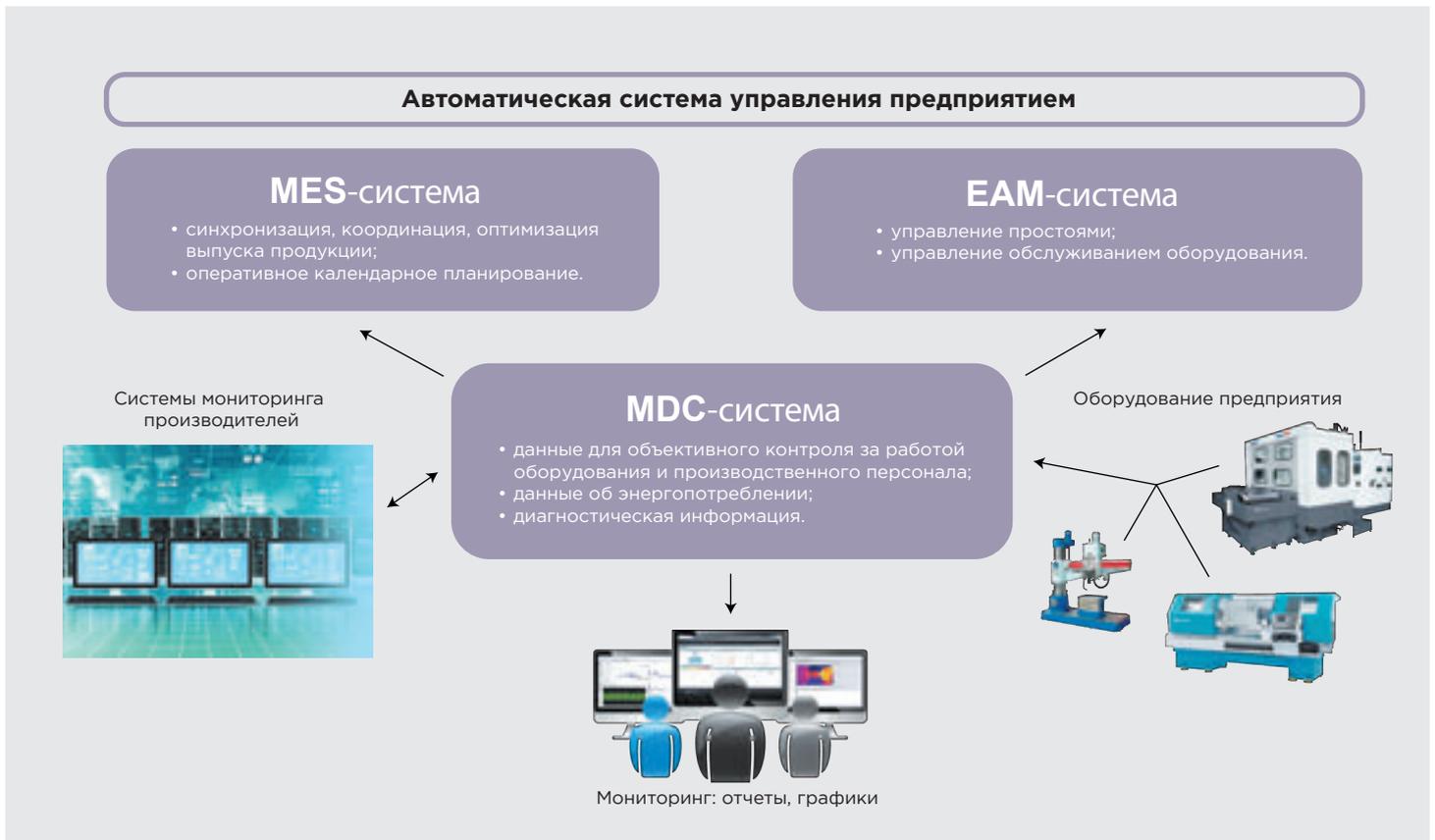
Говоря про аддитивное производство, мы, в первую очередь, имеем ввиду создание деталей или готовых изделий методом 3D-печати. Среди преимуществ аддитивных технологий над классическими называют:

- отсутствие необходимости использования технологической оснастки;
- гибкость производства за счет отсутствия переналадки оборудования под новое изделие;
- сокращение производственных издержек, отсутствие длинных технологических переделов.

Т.е. техническая и технологическая эволюции привели к значительному сокращению времени переналадки, и данный вопрос при использовании современного оборудования и технологий на текущий момент в большей части решается сам собой.

TPM и интернет вещей

Всеобщее производительное обслуживание (Total Productive Maintenance – TPM) – один из инструментов бережливого производства, применение



3

Схема построения системы передачи и обработки данных

которого позволяет снизить потери, связанные с простоями оборудования из-за поломок и избыточного обслуживания.

Интернет вещей (англ. Internet of Things – IoT) – концепция вычислительной сети физических предметов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой.

Основные принципы TPM:

- автономное обслуживание – производственный персонал выполняет несложные операции по техническому обслуживанию, мелкий несложный ремонт;
- помимо технического обслуживания выполняется диагностика оборудования, на основании которой проводится предупредительный ремонт.

Что касается автономного обслуживания, основной акцент обычно делается на смазку, чистку и уборку. Чаще всего процесс смазки основных узлов трения на современном оборудовании происходит за счет применения автоматических систем смазки, процесс уборки в некоторых случаях тоже автоматизирован (например, стружкоудалятели на фрезерных центрах).

Необходимым условием для организации на промышленном предприятии Цифрового производ-

ства является создание единого информационного пространства, с помощью которого АСУП, а также промышленное оборудование могут оперативно и своевременно обмениваться информацией. Ключевым условием является использование системы MDC (Machine Data Collection – сбор машинных данных), которая позволяет собирать данные о работе всех производственных объектов, в т. ч. непосредственно с оборудования.

Наличие оперативной информации, собираемой и обрабатываемой в режиме реального времени, позволяет спрогнозировать неисправность, выявить и устранить причину на ранних стадиях. Для получения информации используются:

- данные непосредственно с системы ЧПУ и контроллеров оборудования;
- данные по качеству электроэнергии;
- информация по электрическим нагрузкам на основные исполнительные органы оборудования (шпиндели, двигатели приводов, насосы и т. д.);
- данные с датчиков (например, вибродиагностики, теплодиагностики);
- видеорегистрация.

Также производители оборудования всё чаще используют системы самодиагностики и устанавливают MDC, потом при эксплуатации оборудования

достаточно подключить его к сети, чтобы информация о текущем состоянии поступала к производителю. В таких случаях возможна и интеграция системы мониторинга производителя с АСУП предприятия.

Всё это позволяет повысить эффективность обслуживания оборудования и значительно снизить его простои по причине аварийных ремонтов.

Канбан и виртуальная реальность

Канбан в переводе с японского обозначает: «кан» – «видимый/визуальный», а «бан» – «вывеска/доска» и по сути представляет собой карточку с информацией.

Такие карточки размещались на досках (стендах) и применялись для реализации информационного потока при организации производства. С одного производственного участка при помощи данных карточек информация передавалась на другой участок в производственной цепочке (например, о необходимости поставки нужного количества изделий), а внутри участка карточки использовались для постановки производственных задач на конкретном рабочем месте.

Сейчас Канбан в том или ином виде применяется не только для организации производственного процесса, но и в других направлениях деятельности, например, в управлении проектами.

По моему мнению, в век цифровых технологий использовать бумажные носители информации для обозначенных целей – это кощунство, и когда мы говорим о современном производстве, то если и использовать данную методологию, то в виртуальном (цифровом) виде. Тогда бумажные карточки будут заменены цифровыми документами, которые будут отображаться на мониторах или экранах мобильных устройств, а при необходимости возможна реализация визуального отображения производственных заданий, заказов в рамках применяемой на предприятии АСУП. Степень проработки визуализации зависит только от фантазии и финансовых возможностей конкретного предприятия.

Всеобщий Кайдзен

Кайдзен в переводе с японского – изменения к лучшему. Инструмент Бережливого производства, подразумевающий систему постоянных улучшений за счет практического применения рациональных предложений от сотрудников предприятия.

Расскажу одну историю. Некая корпорация решила повысить производительность труда. Резонно задались вопросом: как это сделать? На местах вопрос проработали и решение созрело: надо внедрять Бережливое производство и автоматизироваться. Руководители корпорации попросили конкретизировать: что значит Бережливое производство и что значит автоматизироваться? Им пояснили, что Бережливое производство это – 5С, ТРМ, Канбан и Кайдзен. А автоматизироваться будем путем установки программного обе-



4

Классический Канбан

спечения ERP. Благозвучные слова руководителям корпорации понравились и на предприятия корпорации полетело распоряжение: в такой-то срок внедрить Бережливое производство и повсеместно перейти на ERP. На предприятиях создали рабочие группы, пригласили консультантов, и работа закипела. Наступил обозначенный в распоряжении срок, была организована комиссия, которая поехала по предприятиям проверять как и что внедрено. И на какое предприятие не приезжали, везде и рабочие места по системе 5С организованы, и планы-графики обслуживания оборудования составлены, и карты смазки на каждом оборудовании по отдельности имеются, и ящики для рацпредложений висят, и программное обеспечение закуплено и установлено. Ставят они, значит, везде галочки в проверочных листах, обозначая незначительные замечания. Проверили всех и поехали к руководству на доклад. Приезжают, докладывают: на всех предприятиях и Бережливое производство внедрено, и автоматизация выполнена. А руководство им возьми, да и задай коварный вопрос: а что у нас с производительностью труда? А, действительно, что? Да непонятно что, ведь некогда было ею заниматься, мы ж Бережливое производство и автоматизацию внедряли.

Изменения нужны и должны происходить постоянно, ведь и мир, и все процессы в нем динамичны. Выстраивая свою производственную систему, можно и нужно использовать как проверенные временем методы и средства, так и современные технологии. Главное, не забывать о том, что любые изменения должны приносить необходимый результат. А результат изменений – это не сами изменения, а конкретные достижения, выраженные в финансовых показателях предприятия. 

И да придёт с нами Кайдзен!