Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЫПУСК 26

Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 17 – 18 мая 2022 г.

ЧАСТЬ V

Под общей редакцией профессора С.В. Коновалова

Новокузнецк
2022

ББК 74.48.288
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Коновалов С.В.,
д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.,
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.,
канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.
канд. техн. наук, доцент Риб С.В.
канд. техн. наук, доцент Шевченко Р.А.

Н 340 Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 17–18 мая 2022 г. Выпуск 26. Часть V. Технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. С.В. Коновалова – Новокузнецк; Издательский центр СибГИУ, 2022. – 446 с. : ил.

ISSN 2500-3364

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Пятая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области новых информационных технологий и систем автоматизации управления, строительства, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный индустриальный университет, 2022

УДК 005.6 : 004

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Хроменко П.А., Кокорев И.С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ляховец М.В.

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, pkhr.pav@yandex.ru

В статье проводится обзор о методах и принципах бережливого производства, об этапах внедрения бережливого производства и о потерях при производстве. Указаны плюсы и минусы перехода на бережливое производство. Приведён пример удачного внедрения. Приведена интеграция бережливого производства с ИТ-системой MES.

Ключевые слова: бережливое производство, потери, MES-система, канбан, этапы внедрения бережливого производства, оптимизация, анализ.

Бережливое производство - концепция менеджмента, созданная на Toyota и основанная на неуклонном стремлении к устранению всех видов потерь. Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя.

Отправная точка бережливого производства – ценность для потребителя. С точки зрения конечного потребителя, продукт (услуга) приобретает действительную ценность только в то время, когда происходит непосредственная обработка, изготовление тех элементов. Сердцем бережливого производства является процесс устранения потерь. В соответствии с этим всю деятельность предприятия можно описать так: операции и процессы, добавляющие ценность для потребителя, и не добавляющие ценности для потребителя. Следовательно, всё, что не добавляет ценности для потребителя, с точки зрения бережливого производства, классифицируется как потери, и должно быть устранено.

Тайити Оно (1912-1990), отец производственной системы компании Toyota, а следовательно и бережливого производства, будучи самым ярым борцом с потерями, которого только знал белый свет, выделил семь видов потерь:

- из-за перепроизводства;
- из-за ожидания;
- при ненужной транспортировке;
- из-за лишних этапов обработки;
- из-за лишних запасов;
- из-за ненужных перемещений;
- из-за выпуска дефектной продукции.

Также принято выделять ещё два источника потерь - мумри и мумра, которые означают соответственно «перегрузку» и «неравномерность». Мумра - неравномерность выполнения работы, например, колеблющийся график

работ, вызванный не колебаниями спроса конечного потребителя, а скорее особенностями производственной системы, или неравномерный темп работы по выполнению операции, заставляющий операторов сначала спешить, а затем ждать. Во многих случаях менеджеры способны устранить неравномерность за счёт выравнивания планирования и внимательного отношения к темпу работы. Мумри - перегрузка оборудования или операторов, возникающая при работе с большей скоростью или темпом и с большими усилиями в течение долгого периода времени - по сравнению с расчетной нагрузкой (проект, трудовые нормы) [1].

Тайити Оно писал, что производственная система компании Toyota стоит на двух «китах»: системе дзидока и «точно вовремя». Дзидока означает «вытягивание», то есть идею, что последующая производственная стадия запрашивает нужные изделия с предыдущей, а пока этого нет, ничего не производится. Впоследствии в рамках концепции бережливого производства было выделено множество элементов, каждый из которых представляет собой определённый метод, а некоторые (например, кайдзен) сами претендуют на статус концепции [2]:

- система TPM (Total Productive Maintenance) - всеобщий уход за оборудованием;
- система 5S (сортируйте, соблюдайте порядок, содержите в чистоте, стандартизируйте, совершенствуйте);
- быстрая переналадка SMED (Single-Minute Exchange of Dies (буквально «быстрая смена пресс-форм» - переналадка/переоснастка оборудования менее чем за 10 минут);
- переналадка в одно касание (One-touch setup) - вариант SMED, но время переналадки уже измеряется единицами минут, то есть не больше 9)
- кайдзен (kaizen) - непрерывное совершенствование;
- гемба кайдзен - непрерывное совершенствование на месте создания дополнительной стоимости;
- вытягивающее производство, канбан - продукция «вытягивается» со стороны заказчика, а не «толкается» производителем. Информирование предыдущей производственной стадии о том, что нужно начинать работу;
- точно вовремя - система синхронизации передачи продукта с одной производственной стадии на другую посредством карточек канбан. Комплектующие должны передаваться на следующую стадию только тогда, когда это нужно, и ни минутой раньше;
- «пока-ёкэ» («защита от ошибок», «защита от дурака») - метод предотвращения ошибок - специальное устройство или метод, благодаря которому дефекты просто не могут появиться.

Плюсами бережливого производства являются:

- экономия рабочего времени;
- экономия рабочих площадей;
- контроль качества продукта и этапов по его созданию;
- экономный расход денег;

- стремление к совершенствованию.

Минусами бережливого производства являются:

- сбои из-за проблем с поставками;
- большие расходы на внедрение;
- непринятие персоналом концепции бережливого производства.

Выделяют следующие этапы внедрения бережливого производства:

- определение потребительской ценности товара или услуги, то есть в первую очередь нужно выявить действия, приносящие полезность потребителю, и действия, в которых нуждается лишь сам производитель;
- выявление списка оптимального числа операций, необходимых для создания ценного продукта. Налаживание производственной цепочки от начала планирования и до поставки готового изделия, одновременное сведение возможных потерь к минимуму;
- организация непрерывной цепочки действий, направленных на выпуск ценного продукта, глобальный пересмотр всего процесса его создания. Работа сотрудников выстраивается по принципам lean-концепции. Лишние операции убирают, оставляя лишь те, что придают ценность выпускаемому продукту. Простои и ожидания сводятся к минимуму (тоже за счет тщательного упорядочения всех действий);
- продукт подвергается так называемому «вытягиванию» со стороны потребителя. Суть термина в том, что компания стремится выпустить именно нужный покупателям продукт и лишь в требуемом количестве, что исключает лишние потери при перепроизводстве и хранении излишек;
- все процессы на предприятии непрерывно совершенствуются. Применение бережливого производства – это не разовая акция, а изменения, внесенные в работу навсегда, на постоянной основе. При этом к поиску улучшений и возможностей для сокращения потерь привлекаются абсолютно все сотрудники.

Если говорить о российских предприятиях, то первопроходцами тут стали представители крупномасштабного промышленного производства. Это КамАЗ, «Группа ГАЗ», «ВСМПО-АВИСМА», «Русал», «ЕвразХолдинг», «Еврохим» и другие. Обычно, как ни печально это признавать, за консультациями обращаются предприятия, на которых появились серьезные проблемы. То есть снижается рентабельность, выходит больше брака, заказчики недовольны. Компаниям приходится думать, как улучшить производство и снова войти в колею. И тут хорошо вот что: когда они видят первый положительный эффект, то не бросают начатое, а продолжают действовать по нововведенным принципам, применение которых явно дает отличные результаты.

К примеру, внедрение Lean на автозаводе «Урал» (Миасс, член «Группы ГАЗ») началось в 2003 году. Это был кризисное время, когда продукции предприятия стало продаваться почти в два раза меньше. Благодаря применению методик бережливого производства удалось улучшить буквально все показатели. Ежегодная экономия средств сейчас доходит до суммы в 300–400 млн рублей, и внедрение Lean manufacturing продолжается с привлече-

нием всё большего числа сотрудников. Таким образом, выполняется одна из установок данной концепции о том, что в ней должны участвовать абсолютно все: и управленческий состав, и простые рабочие [3].

В России в основном применяют такие инструменты как 5S (оптимизация рабочих мест), SMED (быстрая переналадка оборудования), VSM (карты потока создания ценности), то есть улучшения в основном затрагивают лишь сам производственный процесс. Там же отмечается, что крайне мало внимания уделяется интеграции Lean-инструментов с ERP, APS, MES.

Исследование компании ARC проводилось среди лидеров использования бережливого производства и лидеров использования MES-систем. Рассмотрим некоторые соображения в пользу использования ИТ-систем предприятия (чаще всего MES) совместно с методами бережливого производства [4].

Одна из ключевых особенностей применения методов бережливого производства – это способность изменять процессы, оптимизируя их. Однако это делается не оперативно. MES контролирует правильность выполнения процессов, отслеживает отклонения и оперативно реагирует на них, т.е. выполняет мониторинг процесса. Дополнительно MES оперативно реагирует на отклонения типа поломки станка, изменение параметров заготовки, появление более приоритетных заказов и т.д. Можно сказать, что бережливое производство оптимизирует процессы методологически, а MES обеспечивает выполнение этой методологии [5].

Канбан – в традиционных Lean-программах это карточки, сигнализирующие о количестве материалов, о потребности в них и дающие указания по их перемещению на следующую операцию. Они позволяют существенно минимизировать промежуточные накопители полуфабрикатов.

Методами Lean можно оптимизировать вид и объем информации, а передавать эту информацию между рабочими местами (а также между предприятием, поставщиками и заказчиками) может MES-система. Более того, в этом варианте можно отображать не всю информацию, а только ту, которая нужна на конкретном рабочем месте и в данный момент. MES обычно интегрирована с другими системами предприятия.

MES может в реальном времени пересчитать маршрут движения деталей в цехе в случае, например, выхода из строя одного из станков, создавать так называемые «пробные планы», сравнить их и конвертировать один из них в реальный план, а также может служить инструментом анализа «что, если…», давая возможность виртуально проверить последствия планируемого изменения процесса.

Сбор данных для анализа методами Lean может быть весьма трудоемким. Современное оборудование позволяет автоматически снять и передать в ИТ-системы данные измерения или данные о состоянии оборудования. Алгоритмы анализа данных MES-системы позволяют рассчитать более сложные характеристики (включая КПЭ – ключевые показатели эффективности) и использовать их в отчетах.

В таблице 1 приведены показатели, которые часто используются в про-

граммах бережливого производства. Нам здесь важно, что некоторые предприятия вычисляют эти показатели каждые 15 минут, которые рассчитываются в автоматическом режиме в MES-системе.

Таблица 1 - Частота расчёта КПЭ по данным исследования

Показатель КПЭ	15 мин.	Час	Смена	Месяц
Выход годного с первого предъявления	23	5	14	14
Общая эффективность оборудования	23	5	5	18
Брак и исправления	9	0	23	23
Оборачиваемость запасов	0	0	14	32

В заключение можно сказать, что соединение бережливого производства и информационных систем в первую очередь порождает высокую операционную эффективность. Появляется возможность не только получить оперативную картину состояния бизнес-процессов в организации, но и заняться улучшением существующего положения дел.

Библиографический список

1. Дэвид Майер, Джеффри Лайкер: «Практика дао Toyota. Руководство по внедрению принципов менеджмента Toyota». /Пер. с англ - М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. - 588 с.

2. Тайити Оно. Производственная система Тойоты: уходя от массового производства. - М: Издательство ИКСИ, 2008.

3. Бережливое производство и системы менеджмента качества: серия докладов в рамках проекта «Промышленный и технологический форсайт Российской Федерации» / Н.Б. Фейгенсон, И.С. Мацкевич, М.С. Липецкая; Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад» – СПб., 2012. – Вып. 1 – 71 с.

4. Best Practices for the Intersection of Lean Manufacturing and MES / Ralph Rio, ARC Advisory Group, November 2007, 30 с.

5. Синергетический эффект совместного использования PLM- и MES-систем/ Ведмидь П.А.// САПР и Графика, 2017, №2, С. 56-59.

УДК 004.942

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Загидулин И.Р., Саламатин А.С., Попов А.С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ляховец М.В.

Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, ig.zagidulin2014@yandex.ru

В статье приводится описание процесса обогащения и приводится классификация подпроцессов составляющих его. Приводятся результаты ис-

2. 2020 г. стал одним из трех самых теплых лет в истории наблюдений [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: https://public.wmo.int/ru/media/ (дата обращения: 25.09.2022).

3. Соблюдение экологического законодательства Россией в свете Парижского соглашения / М.В. Кириляк, Т.А. Михайличенко // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Сибирский государственный индустриальный университет; под общ. ред. М.В. Темлянцева. - Новокузнецк, 12-14 мая 2021 г.

4. Пять лет Парижскому соглашению: прошлое, настоящее и будущее глобального климатического договора [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: file:///C:/Users/PCASUS01/Downloads/pyat-let-parizhskomu-soglasheniyu- proshloe -nastoyaschee-i-buduschee-globalnogo-klimaticheskogo-dogovora.pdf (дата обращения: 25.09.2022).

5. Кокорин А.О. Анализ факторов и последствий быстрой ратификации Парижского соглашения ведущими странами и его вступления в силу / А.О.Кокорин // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2017. – №2. – С.97-100.

6. Публичное обсуждение хода реализации Федерального проекта «Чистый воздух» в городе Новокузнецке [Электронный ресурс]: сайт. - Режим доступа: http://ecokem.ru/publichnoe-obsuzhdenie-xoda-realizacii-federalno go-proekta-chistyj-vozdux-v-gorode-novokuznecke/, (дата обращения: 25.09.2022).

7. Экологический вестник Кузбасса [Электронный ресурс]: сайт. - Режим доступа: http://gazeta.ecokem.ru/2020/12/30/predpriyatiya-sgk-za-10-let-summarno-snizili-vybrosy-v-atmosferu-na-22/ , (дата обращения: 25.09.2022).

8. ЕВРАЗ представил стратегию по сокращению выбросов парниковых газов [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: https://cntd.ru/news/read/evraz-predstavil-strategiu-po-sokrascheniu-vybrosov-parnikovyh-gazov/ , свободный (дата обращения: 25.09.2022).

9. Как Россия выполняет условия климатического соглашения [Электронный ресурс]: сайт.– Режим доступа: https://www.dw.com/ru/chto-grozit-rossii-iz-za-imitacii-raboty-po-parizhskomu-soglasheniju/a-55912915 /, свободный (дата обращения: 25.09.2022).

10. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики [Электронный ресурс]: сайт.– Режим доступа: https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/BRE/_web.pdf /, свободный (дата обращения: 25.09.2022).

СОДЕРЖАНИЕ

I НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ***3***

АНАЛИЗ И ВЫБОР СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЖИЛЬЦАМ МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА
Тишанинов Ю.Ю. ***3***

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА
Хроменко П.А., Кокорев И.С. ***8***

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
Загидулин И.Р., Саламатин А.С., Попов А.С. ***12***

РАЗРАБОТКА ИНФРАКРАСНОЙ ПАЯЛЬНОЙ СТАНЦИИ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТОЙ ОТ ПЕРЕГРЕВА
Казанцев М.Е., Попов А.С. ***17***

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА КОСМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ.
Попов А.С., Казанцев М.Е. ***22***

О ПРИМЕНЕНИИ РОБОТОТЕХНИКИ В КОСМОСЕ
Ефименко З.А. ***25***

РАЗВИТИЕ БИОНИЧЕСКИХ ПРОТЕЗОВ
Широченко Д.С. ***29***

АНАЛИЗ РЯДОВ ДАННЫХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ
Бондаренко А.Д. ***33***

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ
Бычков А.Г., Савинов Н.С. ***38***

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МНОГОМЕРНОЙ БЕЗУСЛОВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ГРАДИЕНТНЫМ МЕТОДОМ
Четвертков Е.В. ***43***

СРАВНЕНИЕ АРХИТЕКТУР НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ РАСПОЗНОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ
Четвертков Е.В. ***47***

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ ВЫДАЧИ КЛЮЧЕЙ ОТ АУДИТОРИЙ
Сенчуков А.В. ***50***

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
Рогожников И.П. ***53***

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Выпуск 26

Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых

Часть V

Под общей редакцией	С.В. Коновалова
Технический редактор	Г.А. Морина
Компьютерная верстка	Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 08.12.2022 г.
Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 26,21 Уч.-изд. л. 28,66 Тираж 300 экз. Заказ № 324

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ