



# Технология бережливого производства и минимизация потерь от аварий



Николай КРАСИКОВ

Nickolay Y. KRASIKOV

## Lean Manufacturing Technology and Minimization of Losses from Accidents

(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 193)

**В железнодорожном деле существует множество опасных дестабилизирующих факторов. Одна из самых распространённых проблем – столкновение поезда с застрявшим или выехавшим по неосторожности водителя на железнодорожный переезд транспортным средством. В статье рассмотрены способы минимизации потерь от такого вида аварий. Ими могут быть постройка тоннелей и путепроводов в местах пересечения железнодорожного полотна и автомобильной дороги, применение 3D-лазерного радара для предупреждения локомотивной бригады о застрявшем транспорте. Кроме того, возможно использование веб-камер, изображение с которых при помощи роутера, установленного за 4–5 км от переезда, передается в кабину машиниста на отдельный дисплей, чтобы заранее увидеть застрявшее транспортное средство и было время принять меры по экстренному торможению.**

*Ключевые слова:* бережливое производство, факторы безопасности, железнодорожный переезд, аварийная ситуация, зрительное восприятие, 3D-лазерный радар, веб-камера.

*Красиков Николай Юрьевич – агент по продажам ПАО «Ростелеком», Санкт-Петербург, Россия.*

Согласно определению Кэмбриджского словаря делового английского языка [1], бережливое производство – это бизнес, ориентированный на выпуск товаров в больших объёмах и использующий методы, которые избегают появления отходов и уменьшают потраченное на производство время.

Исчерпаемость природных недр, глобальное потепление, продовольственный кризис приводят к удорожанию продукции и необходимости экономии всех видов ресурсов [2]. Поэтому актуальными стали разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий, применение эффективных стратегий маркетинга и ценообразования, позволяющих снижать затраты на всех стадиях жизненного цикла продукции.

## ДОМИНАНТА СОКРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ

LEAN-технология – «бережливое производство» (от англ. *lean* – постный, без жира, стройный; в русской версии *lean* – лин, бережливое) – логистическая концепция менеджмента, сфокусированная на оптимизации бизнес-процессов с максимальной ориентацией на рынок [2].



**Рис. 1. Столкновение КамАЗа и пассажирского поезда на железнодорожном переезде в 2015 году в Белгородской области [4].**

Идеи бережливого производства проистекают из философии снижения затрат, исповедуемой корпорацией Toyota, согласно которой цены на продукцию предприятия диктуют рынок и покупатели, а объектами управления со стороны компании могут быть только себестоимость продукции и прибыль от продаж. При этом в центре внимания остается сокращение внутренних затрат предприятия.

Опираясь на идею сокращения себестоимости продукции, необходимо вначале установить цену, по которой покупатели согласны приобретать предлагаемый товар, после чего вычесть из неё себестоимость его изготовления, чтобы оценить ожидаемую прибыль. Основной путь к максимизации прибыли, таким образом, заключается в сокращении потерь при изготовлении продукции.

Потери в LEAN принято подразделять на семь основных разновидностей [3]:

1) *Перепроизводство.* Это изготовление лишнего количества продукции или преждевременное её появление до возникновения реального спроса.

2) *Ожидание.* Любое ожидание — людей, документов, оборудования или информации.

2) *Чрезмерная обработка.* Лишними считаются те операции, которые не нужны потребителям, не желающим переплачивать деньги за их выполнение.

3) *Избыточные запасы.* Хранение таких запасов требует дополнительных площадей, они могут отрицательно влиять на безопасность, загромождая проходы и производственные площади.

4) *Лишние движения.* Любое движение, не требующееся для успешного выполнения рассматриваемой операции, становится потерей. Часто неэффективная организация трудового процесса и неправильная планировка рабочих мест служат причинами лишних движений исполнителей — ходьбы, дотягивания, наклонов.

5) *Потери от дефектов или переделки.* Затраты на переделки, повторное выполнение операций при обнаружении дефектов относятся к категории потерь, поскольку любая работа сверх необходимой является лишней.





Рис. 2. Столкновение поезда и легкового автомобиля на железнодорожном переезде в Кюонге (Австралия) в 2014 году. Фото Брюса Маджилтона [5].

б) *Транспортировка.* Перевозки на большие расстояния или создание временных мест размещения, хранения и складирования, лишние перемещения с места на место материалов, людей, информации или документов — все это ведет к потерям времени и энергии.

### АНАЛИЗ СТОЛКНОВЕНИЙ НА ПЕРЕЕЗДАХ

Одной из серьезных потерь для железнодорожных предприятий является простой поездов из-за блокировки движения, вызванной столкновением состава с транспортными средствами, по тем или иным причинам находившихся на железнодорожном переезде в момент приближения поезда (см. рис. 1, 2).

Для полной остановки грузовому поезду, двигающемуся со скоростью 88,5 км/ч, необходимо не менее 1,61 километра (по данным Национального совета безопасности США). А зачастую прямая видимость до пересечения железнодорожного пути отсутствует, и машинист просто не успевает затормозить.

По данным А. А. Платова [6], суммарное количество потерь времени на восстановление движения после ДТП на желез-

нодорожных переездах в России составляло с 1994 по 2003 год не менее 100 часов (рис. 3). То есть потери во времени снижали возможность использования железнодорожного пути и получения прибыли.

В соответствии с экологическим подходом к зрительному восприятию известного учёного-экспериментатора Дж. Гибсона [7] во время пассивной езды в транспорте мышечно-суставные ощущения положения и движения отдельных частей тела отсутствуют. Единственно надёжную информацию о смещении дают зрительные ощущения. Это верно в особенности сейчас, когда активно развивается технология бесстыкового, «бархатного пути», и движение поезда становится необычайно плавным. Поэтому единственным надёжным источником информации для машиниста выступают показания приборов.

По данным Д. Л. Петрович [8], успешность «сложного» считывания приборной информации зависит от когнитивно-стилевых характеристик операторов. Большая выраженность полнезависимости соответствует более высоким результативным показателям такого считывания, а большая выраженность импульсивности — более низким результативным показателям приборных шкал.

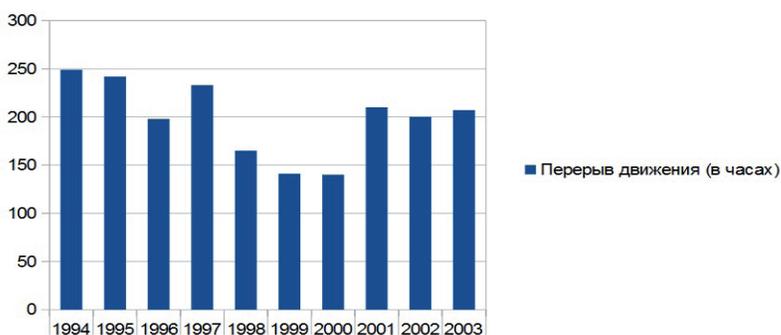


Рис. 3. Показатели потерь во времени из-за ДТП на железнодорожных переездах в России за период 1994–2003 годов [6].

Полезависимость характеризует способность человека находить простую релевантную деталь в сложном перцептивном образе. Полезависимые люди легко преодолевают самый трудный контекст. Полезависимые, напротив, с трудом справляются с задачей (им нужно время, чтобы увидеть деталь в сложном целом).

Импульсивность и рефлексивность проявляются в людях, когда тем надо осуществить правильный выбор из некоторого множества альтернатив. Импульсивные испытуемые склонны быстро реагировать на проблему, быстро принимать решение без тщательного анализа ситуации. Рефлексивные – характеризуются замедленным темпом реагирования, решение принимается ими на основе тщательного обдумывания [9].

### СПОСОБЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АВАРИЙ

В соответствии с принципами LEAN работы по предотвращению столкновений поездов с транспортными средствами как добавляющие ценность для потребителя – безопасность перевозок – должны быть расширены, если железнодорожные компании хотят получать прибыль, не нести имиджевых потерь и быть конкурентоспособными в будущем.

Есть несколько путей как это сделать.

Один из них – постройка тоннелей и путепроводов в местах пересечения железнодорожного полотна и автомобильной дороги. Однако, как полагают специалисты Института проблем естественных монополий, подобный путепровод может стоить от одного до двух с половиной миллиардов рублей.

Другой вариант – использовать изобретение Бойджи Раджарама из Индии (патент РФ 2333860) – устройство предупреждения столкновений (УПС) для поездов и транспортных средств на базе микропроцессора с радиоприёмопередатчиком, работающим на заданном расстоянии, например – 2 км, и имеющим независимый источник питания. При установке на локомотиве, тормозном вагоне, переездах, железнодорожной или любой иной станции устройство автоматически генерирует сигналы для инициирования различных мер безопасности. Например, такой мерой может быть включение тормозной системы движущегося поезда, чтобы снизить его скорость до безопасного предела или полной остановки. При этом столкновения предупреждаются благодаря включению сирен на переездах, на которые обязаны отреагировать водители автотранспорта, а машинист или дежурный по переезду получают информацию о приближающихся поездах, их местонахождении, скорости по каналам связи.

Ещё один метод предупреждения аварий – установка устройств заграждения переезда (УЗП), блокирующих проезжую часть поднятием установленной на шарнирах крышки.

В Японии Восточной железнодорожной компанией [10] более чем на 200 переездах применяется 3D-лазерный сканер, который сканирует контролируемое пространство в вертикальной и горизонтальной плоскостях дважды в секунду. Отражённый от объекта сигнал обрабатывается как некоторая совокупность точек,



затем программным обеспечением делается вывод о том, что эта совокупность точек — транспортное средство, находящееся на железнодорожном переезде. Если в этот момент приближается поезд, его машинист тут же получает сигнал тревоги.

В современном тяговом подвижном составе многие процессы по управлению работой узлов и агрегатов, поддержанию задаваемой машинистом скорости движения и её снижению выполняются автоматически. Автоматизация рутинных операций по управлению высокоскоростным поездом повышает безопасность движения, поэтому задача облегчения труда машиниста с замещением его действий автоматическим исполнением особенно актуальна. Хотя, конечно, даже при автоведении около 10 % пути проходит поездом в режиме ручного управления [11], а значит, остаётся востребованным и такой метод элиминирования потерь от столкновений поездов с транспортными средствами, как веб-камеры на наиболее оживлённых железнодорожных переездах.

Веб-камеры должны быть устойчивы к вибрации, дождю, снегу, ветру и другим неблагоприятным погодным условиям. Изображение с веб-камеры при помощи роутера, установленного за 4–5 км от переезда, передается в кабину машиниста на отдельный дисплей, чтобы он заранее видел застрявшее транспортное средство и мог принять меры по экстренному торможению. Наглядное представление изображения с ближайшего переезда на дисплее в качестве средства информации должно упростить процесс считывания и быстрой категоризации контента.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с принципами LEAN потери от задержек в следовании поездов, обусловленные столкновениями с транспортными средствами на железнодорожных переездах, должны быть устранены с учётом сокращения совокупных производственных затрат и минимизации потерь.

Какой именно из методов здесь предпочтительнее, зависит от сопутствующих усло-

вий. Проблема требует дальнейшего исследования и пилотного тестирования каждого метода, а также сравнительного анализа в зависимости от плотности движения, экономических возможностей железнодорожной компании и прочих факторов, относящихся к сфере применения технологий бережливого производства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Кембриджского словаря. [Электронный ресурс]: <http://dictionary.cambridge.org/>. Доступ 11.05.2017.
2. Савкова Е. Философия ЛИН — современный подход к ресурсосбережению при разработке маркетинговых стратегий // Маркетинг. Идеи и технологии. — 2008. — № 6. — С. 14–20.
3. Тюрин А. Е. Применение LEAN-технологий для снижения эксплуатационных затрат и повышения безопасности технологических процессов // VI международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум», 15 февраля — 31 марта 2014 года. [Электронный ресурс]: <http://www.scienceforum.ru/2014/400/1524>. Доступ 11.05.2017.
4. [Электронный ресурс]: <https://fonar.tv/news/2015/07/31/v-belgorodskoy-oblasti-na-zheleznodorozhnom-pereezde-kamaz-stolknulsya-s-passazhirskim-poezdom>. Доступ 11.05.2017.
5. Официальный сайт Herald Sun. [Электронный ресурс]: <http://www.heraldsun.com.au/>. Доступ 11.05.2017.
6. Платов А. А. Анализ аварийности и причин возникновения транспортных происшествий на железнодорожных переездах // Современные проблемы транспортного комплекса России. — 2014. — № 5. — С. 38–42.
7. Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию: Пер. с англ. — М.: Прогресс, 1988. — 187 с.
8. Петрович Д. Л. Когнитивно-стилевые характеристики считывания приборной информации / Автореф. дис... канд. психол. наук. — СПб., 2009. — 23 с.
9. Петрович Д. Л. Когнитивно-стилевые особенности операторов и сравнительная оценка приборной информации // Вестник Санкт-Петербургского университета. — Сер. 12. — 2008. — № 3. — С. 454–459.
10. Hisamitsu Yutaka, Sekimoto Kiyohide, Nagata Kouichirou, Uehara Minoru, Ota Eiichi. 3D-Laser Radar Level Crossing Obstacle Detection System // IHI Engineering Review, Vol. 41, No. 2, August 2008, pp. 51–57.
11. Завьялов Е. Е., Волковский Д. В. Автоведение — необходимый инструмент скоростного и высокоскоростного движения // Транспорт Российской Федерации. — 2015. — № 2. — С. 42–43.
12. Безопасность движения на железных дорогах: курс лекций. — В 2 ч.: Ч. 1. Основы безопасности / С. В. Балалаев. — 3-е изд., испр. и доп. — Хабаровск: ДВГУПС, 2008—125 с.
13. Guidelines for the Psychological Assessment of Train Drivers Other Safety Related Personnel. Community of European Railway and Infrastructure Companies, CER Psychologists' Subgroup, 2009, 20 p.

Координаты автора: **Красиков Н. Ю.** — [krussikov@mail.ru](mailto:krussikov@mail.ru).

Статья поступила 30.01.2017, принята к публикации 11.05.2017.