

В.С. Чмыхин¹, Е.А. Фролова¹, А.С. Коновалов¹, С.В. Мичурин¹¹ГУАП

КАРТИРОВАНИЕ ПОТОКОВ СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ

В статье представлена методика разработки карты потока создания ценности на этапах жизненного цикла продукции. Определены основные виды потерь на этапе жизненного цикла продукции. Разработан подход к определению семейств производимой продукции. Разработана методика определения интервала производства продукции. Разработан механизм определения времени такта. Разработаны шаги по построению карты потока создания ценности на этапах жизненного цикла продукции. В заключении сделаны выводы о том, что разработанная методика картирования потоков создания ценности на этапах жизненного цикла продукции и соответствующее внедрение принципов Бережливого производства позволят обеспечить конкурентное преимущество и инновационный путь развития компании.

Ключевые слова: карта потоков создания ценности, Бережливое производство, время цикла, семейство продукции.

Потребительская ценность является основополагающим принципом Бережливого производства, в соответствии с которым целью развертывания системы Бережливого производства является выявление и устранение потерь, не добавляющих ценности продукту и/или услуге с точки зрения клиента. Соответственно, если компания решила встать на путь Бережливого производства, то в этом случае просто необходимо научиться видеть совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих процессов компании глазами своего клиента. Для этого надо понимать, каким образом можно изобразить взаимосвязи материальных и информационных потоков компании и как осуществить их анализ на наличие потерь. Если посмотреть на компанию с точки зрения традиционного подхода, описывающего ее как иерархическую, функциональную структуру, то увидим самый настоящий лабиринт, оценить который с точки зрения эффективности функционирования совершенно не представляется возможным. Следовательно, необходимо связать в единую картину все звенья производственной цепочки по созданию конечного продукта. Для этого существует процессный подход по описанию деятельности компании. Процесс представляет собой определенную логическую взаимосвязь действий по получению конечного продукта и/или услуги. Логично, что одновременно увидеть все эти действия невозможно, поскольку они разнесены во времени и пространстве. Следовательно, для анализа всего потока создания ценности и составляющих его процессов необходима прикладная методология, позволяющая тщательно изучить и аккуратно описать каждый из процессов, указав при этом их взаимосвязь. Описывать процессы и их взаимосвязи

можно словами (что и делают в крайне сложных для однозначного понимания заводских регламентах), но это будет повышать вероятность ошибки при анализе потока, поскольку разные люди понимают слова по-разному, а возможно описать эту же информацию схематично, с использованием средств визуализации. Именно поэтому нам необходим инструмент, позволяющий создать наглядное описание процессов с учетом их взаимосвязи [1, 2]. В Бережливом производстве таким инструментом является карта потока создания ценности (Value Stream Map (VSM)).

Составление карты потока ценностей начинается с последнего участка производства и проводится в обратном направлении до момента начала цикла производства, а также может включать в себя процесс разработки продукции и закупки материалов для производства (все зависит от количества проблем, возникающих при производстве). На каждом участке фиксируются следующие параметры:

- время цикла операций, приносящих ценность;
- время цикла операций, не приносящих ценность (время контрольных операций, время переналадки оборудования, время ожидания материалов и комплектующих, время ожидания информации, время транспортировки изделий и т.д.);
- количество продукции в незавершенном производстве;
- количество запасов;
- количество операторов, выполняющих операцию.

Все показатели желательно оценить в денежном выражении для проведения финансового анализа затрат на производство продукции. Работа по со-

ставлению карты проводится непосредственно на тех участках, где осуществляется процесс. Прежде всего, карта потока создания ценности позволяет глазами клиента увидеть как весь поток создания ценности от размещения заказа до отгрузки готовой продукции, так и отдельные процессы. Это дает возможность выявить проблемные области, связанные с потерями. Выделяют 8 основных типов потерь: дефекты, перепроизводство, ожидание, неиспользованный человеческий потенциал, транспортировка, запасы, движения, излишняя обработка.

Иногда при построении карт потока ценностей проводятся консультации с потребителями с целью выявления их фактических требований и пожеланий, чтобы впоследствии можно было согласовать принципы организации производства в соответствии с этими требованиями. Нельзя ориентироваться только на собственное мнение о потребностях заказчика, т.к. известно, что достаточно часто компания производит продукции больше, чем фактически требует заказчик, при этом наделяя эту продукцию свойствами, которые не представляют ценности с точки зрения потенциального потребителя. Как правило, получается, что клиент заин-

тересован в реальном времени добавления ценности, которое составляет только 2—5% от общего времени производства продукта и/или услуги.

Одним из важных шагов построения карты потока создания ценности является определение семейств выпускаемых продуктов. Семейство продуктов — это группа продуктов, которая проходит через аналогичные этапы процессов и совместно используется аналогичный объем работы. Без проведения процесса группировки семейств возникают очевидные проблемы, которые заключаются в невозможности определения потока производства и отсутствии взаимоотношений семейств продуктов.

Похожие этапы процесса и объем работы определяют семейства продуктов. Семейством является группа процессов, которые имеют 80% общих шагов производственного процесса и общее время, затрачиваемое на изготовление, разница которого между продуктами составляет менее 30%. Группировка семейств продуктов не включает находящееся вверх по потоку совместно используемое оборудование. На рисунке 2 приведен пример матрицы расчета семейств продуктов.

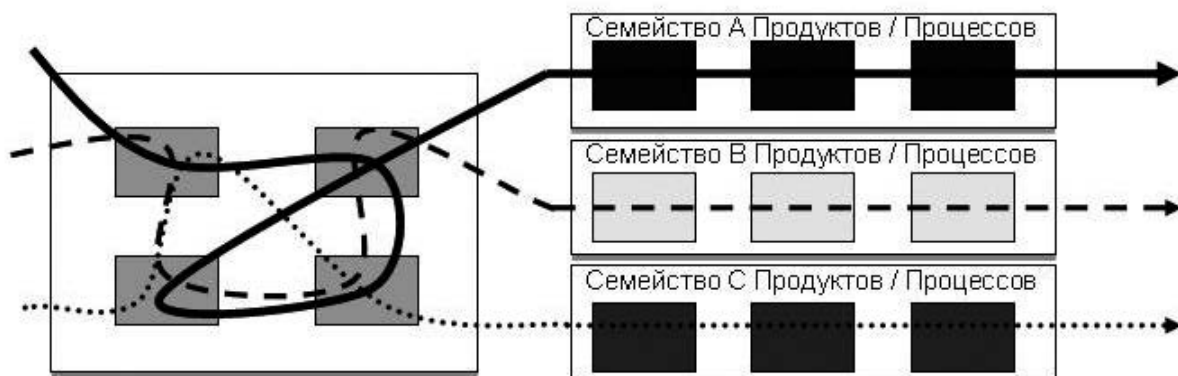


Рисунок 1. Схема определения семейств

	Процесс 1	Процесс 2	Процесс 3	Процесс 4	Процесс 5	Процесс 6	Процесс 7	Общий объем работ
Боковая панель (справа)	X (150)		X (150)	X (150)	X (150)			600
Боковая панель (слева)	X (150)		X (150)	X (150)	X (150)			600
Панель инструментов		X (140)				X (100)	X (60)	300
Продольный брус крыши кузова	X (170)					X (100)		270
Дисковый кронштейн	X (140)				X (150)	X (90)		380

Используете ли вы приблизительно 80% тех же процессов?

Отличие общего времени процесса составляет менее 30%?

Рисунок 2. Матрица расчета семейств продуктов

Следует помнить, что сама карта текущего состояния потока создания ценности не является самоцелью методологии VSM, а представляет собой инструмент анализа потока, обеспечивающий общий язык для принятия решений на всех уровнях компании и для их дальнейшего воплощения в жизнь. Поэтому после построения карты текущего состояния следующим шагом работ по картированию будет являться оценка состояния дел в ключевых областях потока, выявление основных проблемных зон и выработка оптимальных решений по их улучшению.

После проведения анализа полученных оценок создается карта будущего состояния, показывающая варианты совершенствования потока создания ценности с целью повышения его эффективности в будущем. Параллельно разрабатывается детальный план реализации изменений по улучшению проблемных зон потока.

Определение времени такта является основным действием при построении карты потока создания ценности. Это необходимо для того, чтобы определить скорость, которая нужна заказчику, и производить только то, что заказчик хочет получить посредством процесса. Формула определения такта выглядит следующим образом:

$$\frac{\text{Полезное время работы}}{\text{Потребительский спрос}} = \text{ТАКТ}$$

Полезное время работы — это время плановой работы минус запланированные перерывы. Незапланированные простои сломанного станка, остановка линии и время неэффективного процесса не должны вычитаться из полезного времени работы.

Следующим шагом является определение интервала, задающего ритм процесса. Принцип «Каждая деталь — Каждый интервал» (Every Part Every Interval (EPEI) определяет, сколько времени уходит на проработку цикла и изготовление определенного количе-

ства каждой детали, входящей в семейство продукта. На рисунке 3 представлен пример определения интервала для производства автокомпонентов.

Для небольших интервалов требуются более частые переналадки производственно-технологического комплекса с почти нулевыми сроками. Однако небольшие интервалы имеют определенные преимущества:

- некрупные партии;
- небольшие материально-производственные запасы;
- укороченные лидтаймы;
- большая гибкость реагирования на потребности заказчика;
- больше порядка при регулировании процесса производства.

Иногда имеет смысл построить карту идеального состояния потока созданий ценности, задающую вектор поэтапных улучшений потока. На этой карте показывается состояние потока, которого можно достичь при комплексном развертывании Бережливого производства.

Из вышесказанного следует, что работа с картами потока позволяет повысить эффективность работы всей компании и избежать типичных ошибок выбора инструментов Бережливого производства и областей их использования [3], которые обычно приводят к созданию малоэффективных изолированных зон улучшений. Кульминационным этапом картирования потоков создания ценности является комплексная работа со всеми производственными и административными потоками в компании, а также анализ взаимодействий с поставщиками и клиентами, что позволяет запустить и в дальнейшем развивать принцип постоянного совершенствования по всей цепочке создания ценности как внутри, так и вне компании. Это крайне важно, поскольку в условиях современного рынка конкурируют уже не отдельные производители, а це-

Продукт	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт
Турбина	28				
Пропеллер		37			
Вал			30	19	
Диск					36
ИТОГО	28	37	30	19	36

а)

Продукт	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт
Турбина	5	8	5	5	5
Пропеллер	8	6	8	7	8
Вал	11	9	9	10	10
Диск	6	7	8	8	7
ИТОГО	30	30	30	30	30

б)

Рисунок 3. Графики интервалов: а) EPEI — одна неделя; б) EPEI — один день

почки поставщиков и производителей. Пример карты потока создания ценности для процесса изготовления автокомпонентов приведен на рисунке 4.

Далее представлен перечень шагов по построению карты потока создания ценности:

1. Выбрать изделия для построения карты (изделие должно производиться в момент проведения картирования).
2. Представить наблюдателя руководству цеха, рабочим для уточнения целей проведения работы и налаживания контактов.
3. Произвести подготовку: бумаги для построения карты, канцелярских принадлежностей, секундомера и т.п., а также распечатать необходимые бланки.
4. Выполнить мониторинг потока создания ценности от производства, заготовительного цеха до склада металла или склада заготовок.
5. Построить Карту стандартизированной работы, отражающую фактическое перемещение детали по рабочим местам, участку, цеху, заводу («диаграмму спагетти»).
6. Произвести замеры по каждой операции и заполнить Карту учета времени.
7. Заполнить на основании замеров матрицу определения семейств (перечень операций, среднее время изготовления по операциям, применяемое оборудование).

8. Расставить на листе бумаги операции в соответствии с выполнением процесса.

9. Определить количество заготовок и готовых деталей, находящихся на рабочих местах, и обозначить их на листе в виде треугольника, указать количество.

10. Расставить на карте передвижения в виде стрелки и указать расстояние, время и способ перемещения (кран балкой, на тележке и т.д.). Для определения времени хранения запасов количество этих запасов умножается на время цикла последующей операции.

11. Обозначить временную шкалу в нижней части карты и нанести время, добавляющее ценность и не добавляющее ценность. Время, не добавляющее ценность — это время, затрачиваемое на передвижения, запасы, ожидания и т.д., время, добавляющее ценность — это время обработки детали.

12. Указать информационный поток в верхней части карты.

13. Заполнить таблицу на листе «Показатели текущего состояния».

14. Провести анализ карты текущего состояния для определения «узкого места» (места для устранения потерь) и обозначить их в виде звезды.

15. Построить Карту будущего состояния на основании анализа, учитывая цели (снижение запасов,

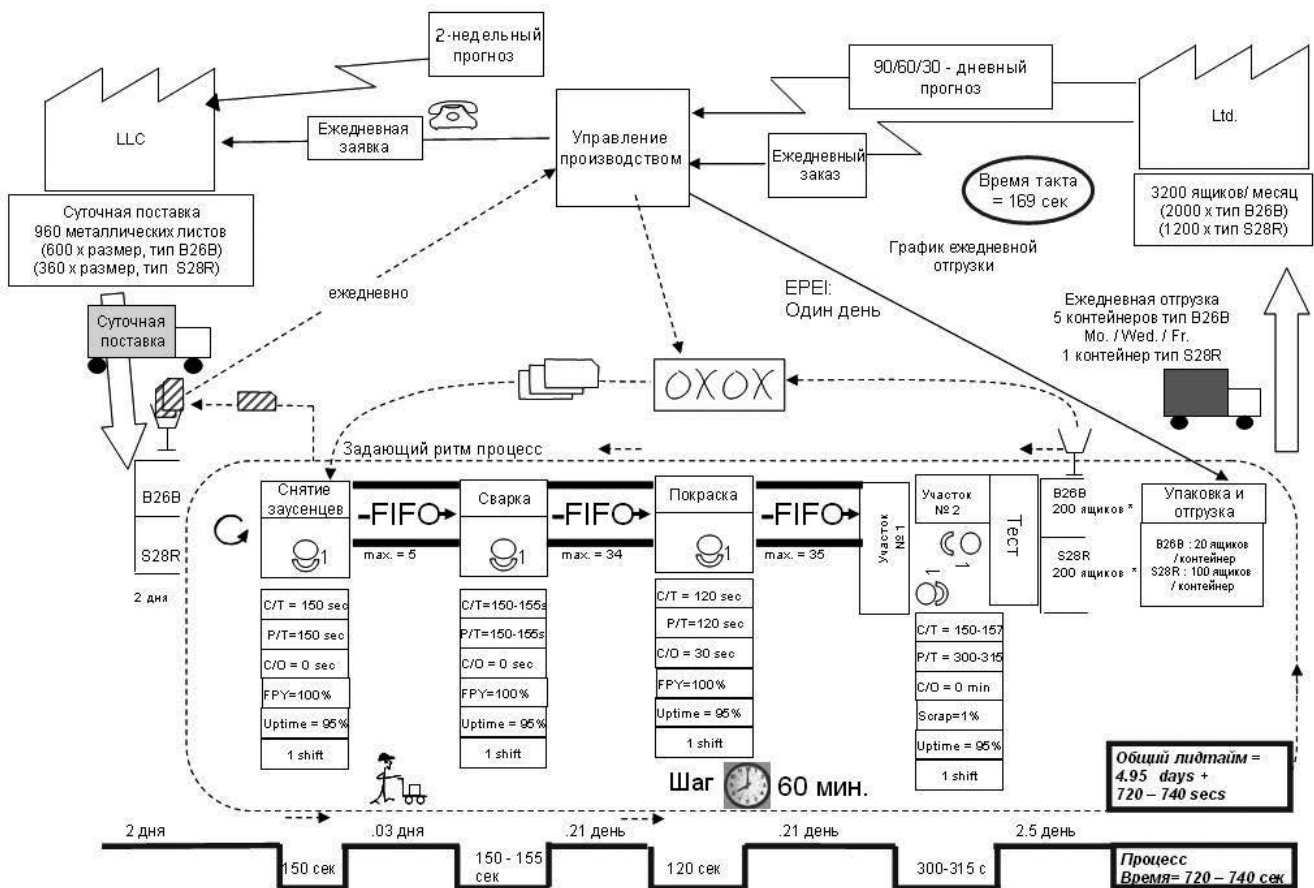


Рисунок 4. Пример карты потока создания ценности

повышение загрузки оборудования, сокращение площадей, времени такта и т.д.), и заполнить «Показатели будущего состояния».

16. Построить «диаграмму спагетти» будущего периода.

17. Согласовать предварительный вариант с руководством производства и руководителем проекта.

18. Составить мероприятия для пошагового перехода от текущего состояния к будущему, определить контрольные точки с указанием срока выполнения.

19. Рассчитать экономический эффект по каждому пункту мероприятий.

20. Утвердить готовый проект у руководителя проекта.

Бережливое производство по своей сути является культурой устранения потерь. Карта текущего состояния является одним из самых эффективных инстру-

ментов для анализа работы предприятий, включая компании, занятые в сфере услуг, банковской деятельности, здравоохранения. Карта наглядно позволяет увидеть основные источники потерь, оценить их влияние на процесс и разработать план по их устранению или значительному снижению.

Заключение

В статье рассмотрены основные виды потерь, представлен метод определения семейств продукции, определен перечень шагов по построению карты потока создания ценности.

Важно понимать, что только комплексный подход к устранению потерь и сокращению операций, не добавляющих стоимость продукции, обеспечит компании, реализующей карту потока создания ценности, конкурентное преимущество и инновационный путь развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антохина, Ю.А. Применение интегрированных методов качества в менеджменте / Ю.А. Антохина, А.Г. Варжапетян, Е.Г. Семенова // *Формирование современного информационного общества: проблемы, перспективы, инновационные подходы: материалы XVI Междунар. форума.* — 2015. — С. 149—152.
2. Кочетков, С.В. Методический инструментарий планирования инновационного производства / С.В. Кочетков, Е.Г. Семенова, М.С. Смирнова // *Вопросы радиоэлектроники.* — 2014. — № 4. — С. 137—143.
3. Tushavin, V.A. Axiomatically design projects as a tool to improve the quality // *Modern trends of strategic development of the enterprises: Proceedings of the International scientific and practical conference Yelm, WA, USA.* — 2014. — P. 61—66.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Чмыхин Василий Сергеевич, ассистент каф. инноватики и интегрированных систем качества, СПб ГУАП, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, +79117422783, vasily.chmykhin@yandex.ru.

Фролова Елена Александровна, к.т.н., доц. каф. инноватики и интегрированных систем качества, СПб ГУАП, ул. Большая Морская, д. 67, frolovaelena@mail.ru.

Коновалов Александр Сергеевич, д.т.н., проф. каф. метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности, СПб ГУАП, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, +79213356356, a_konovarov@crynet.ru.

Мичурин Сергей Владимирович, к.т.н., доц., СПб ГУАП, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67, michurin@aanet.ru.

For citation: Voprosy radioelektroniki. — 2016. — № 1. — С. 73—77.
УДК 65.011.46

V.S. Chmykhin, E.A. Frolova, A.S. Konovarov, S.V. Michurin

VALUE STREAM MAPPING AT THE PRODUCTS LIFE CYCLE STAGES

The method of value stream map creation is presented in the article. The main types of wastes during life cycle of production are defined. Approach for family definition of products is developed. The method of definition of an interval of production is developed as well. The mechanism of definition of tact time is presented in the article. Steps of VSM development at all stages of production life cycle are created. The conclusions that the developed method of value stream mapping at all stages of production life cycle and relevant introduction of the principles of lean manufacturing will allow to provide competitive advantage and an innovative way of the company development are drawn in the summary.

Keywords: value stream map, Lean manufacturing, cycle time, product family.