

УДК 332.146.2

*В.Ф. Арженцов, Н.С. Давыдова, Р.Р. Фатхуллин***КАРТИРОВАНИЕ ПОТОКОВ СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ПАО «КАМАЗ»)**

В статье рассматриваются вопросы применения картирования потока создания ценности как одного из основных инструментов бережливого производства, направленного на выявление и устранение потерь в процессе исполнения заказа. Предлагается авторский алгоритм картирования потока создания ценности, который включает в себя основные последовательные этапы, описывает суть каждого этапа. Предложены мероприятия по совершенствованию производственного процесса, основанные на инструментах бережливого производства, а также рассчитана их эффективность, тем самым раскрывается влияние применения картирования потока создания ценности на результативность деятельности промышленного предприятия. Сформулированы методические рекомендации, которым целесообразно следовать межфункциональной группе, чтобы достичь наилучших результатов от применения такого инструмента, как картирование потока создания ценности. Продемонстрировано применение предлагаемых мероприятий на примере ПАО «КАМАЗ», а именно для повышения эффективности процесса поставки в АО «КАМАЗ-Инжиниринг» применено картирование потоков создания ценности, разработана карта потока создания ценности текущего состояния, в которой определены материальные и информационные потоки, основные потери, и проведен хронометраж основных процессов. Такой подход позволяет найти коренную причину проблемы в любом процессе. Применение данных рекомендаций будет способствовать повышению эффективности реализации проектов в сфере бережливого производства.

*Ключевые слова:* бережливое производство, производственная система организации, поток создания ценности, картирование потока, потери, ценность, карта текущего состояния, карта будущего состояния, коэффициент эффективности.

Важнейшей задачей деятельности современной организации является развитие производственной системы предприятия на принципах бережливого производства. Это связано с тем, что современные подходы к формированию производственных систем ориентированы на повышение качества, удовлетворенность потребителя, активизацию персонала. Картирование потока создания ценности (КПСЦ) способствует выявлению и устранению потерь, а это является основой бережливого производства. Это наиболее распространённый инструмент выявления потерь в потоке изготовления определённого продукта, который является обязательным при выстраивании потока, направлен на минимизацию потерь и позволяет провести выравнивание нагрузки операторов в потоке создания ценности, дает возможность синхронизировать основные и вспомогательные процессы.

Предлагаемый алгоритм картирования потока создания ценности разработан в соответствии со стандартами ГОСТ Р в области бережливого производства и устанавливает единый подход к построению и оформлению карт текущего и будущего состояний потока создания ценности и их анализа как в основных, так и во вспомогательных процессах ПАО «КАМАЗ» с целью выявления потерь в данных процессах и определения возможностей по их улучшению: повышения качества, сокращения времени такта процесса.

При картировании потока создания ценности составляются карты текущего и будущего состояния, проводится анализ и составляется план работ по достижению принятых решений по устранению потерь: перепроизводство, излишние запасы, транспортировка, время ожидания, излишняя обработка, перемещение и дефекты как в потоке продукции, так и в потоке информации [1]. Картирование направлено на увеличение доли времени создания ценности.

КПСЦ составляется в тех случаях, когда владелец процесса определяет целевые задачи и параметры по улучшению процесса [2]. Различают два вида КПСЦ: текущего состояния и будущего состояния.

Картирование процесса состоит из этапов, представленных в табл. Работа по картированию выполняется межфункциональной группой (МФГ). Состав участников МФГ определяется владельцем процесса, в соответствии со спецификой выбранного процесса, как правило, не более 6-8 человек.

К основным параметрам КПСЦ рекомендуется относить время цикла каждой операции, время создания ценности на каждой операции, время потерь на операциях, показатели качества, количество работающего персонала, время транспортировки, расстояние транспортировки, объем НЗП, количество и стоимость запасов материалов и готовой продукции (для каждой операции), время исполнения заказа, эффективность потока. Набор показателей выбирается исходя из специфики.

### Этапы картирования процесса и рекомендуемые участники

Этапы	Рекомендуемые участники МФГ
I этап. Составление карты текущего состояния	- ответственный за составление карты «Как есть»; - представитель заказчика; - представители подразделений, которые не владеют процессом и не отвечают за его результат (для независимой оценки).
II этап. Проведение анализа карты текущего состояния	- владелец картируемого процесса; - ответственный за составление карты «Как есть»; - представитель экономической службы; - технолог, закрепленный за подразделением; - представитель подразделения, выполняющий логистические операции.
III этап. Составление карты будущего состояния	- владелец картируемого процесса; - ответственный за составление карты «Как есть»/ «Как должно быть»; - технолог, закрепленный за подразделением; - представитель подразделения, выполняющий логистические операции.
IV этап. Составление тактического плана работ по достижению будущего состояния	- владелец картируемого процесса; - ответственный за составление карты «Как есть»/ «Как должно быть»; - заказчик.

Карта отражает реальное прохождение материального и информационного потока[3]. Картирование потока создания ценности осуществляется в соответствии с приведенным общим алгоритмом (рис. 1). Построение КПСЦ текущего состояния потока происходит следующим образом:

1. МФГ в зависимости от поставленной целевой задачи определяет границы потока от заказчика до поставщика, а также перечень показателей, собираемых по каждой операции потока.

2. Определив границы потока и перечень показателей, МФГ проходит по потоку от потребителя до поставщика при этом собирает данные по каждой операции, начиная с первой и перемещаясь по фактической последовательности операций материального потока, фиксирует фактический процесс передачи информации (обращая внимания на нестандартные способы и источники информации), строит диаграмму «Спагетти».

3. МФГ проводит замеры необходимых параметров и несет ответственность за достоверность собранных данных (хронометраж, расстояния, отчеты и другие статистические данные).

4. По итогам сбора данных МФГ вручную оформляет КПСЦ текущего состояния потока на листе формата А1, А0.

5. Оформление КПСЦ выполняется в следующей последовательности:

– На бумаге отображают текущее состояние материального потока с указанием основных показателей этапов процесса.

– Над стрелкой выталкивания или вытягивания указывают способ транспортировки, размер перемещаемой партии, под стрелкой указывают расстояние транспортировки.

– Количество запасов до и после операций отображают цифрой внутри условного символического обозначения в виде треугольника.

– Отображают текущий информационный поток в верхней части листа материального потока. Важен только тот информационный поток, который влияет на продукт в процессе создания ценности (задание на производство, планы, контроль хода производства и т.д.).

– Указывают кривую эффективности, отображая время создания ценности в нижней части и время, в течение которого не создаются ценности в верхней части.

– Потери времени от нахождения материалов в запасах на одной операции рассчитывают как:

$$T_{пз} = ВЦ1 \times З_{пос.1} + ВЦ2 \times З_{пер.2} + ВТ, \quad (1)$$

где:  $T_{пз}$  – потеря времени на одной операции от нахождения продукта в запасах (сек./мин./дней);

$З_{пос.}$  – количество запасов после операцией, шт.;  $З_{пер.}$  – количество запасов перед операцией, шт.;

$ВЦ$  – время цикла операций (сек./мин./дней);  $ВТ$  – время на транспортировку (сек./мин./дней).

Если поток состоит из нескольких операций, то рассчитывается общая потеря времени от нахождения продукта в запасах ( $\Sigma T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2} + \dots + T_{пзн}$ ).

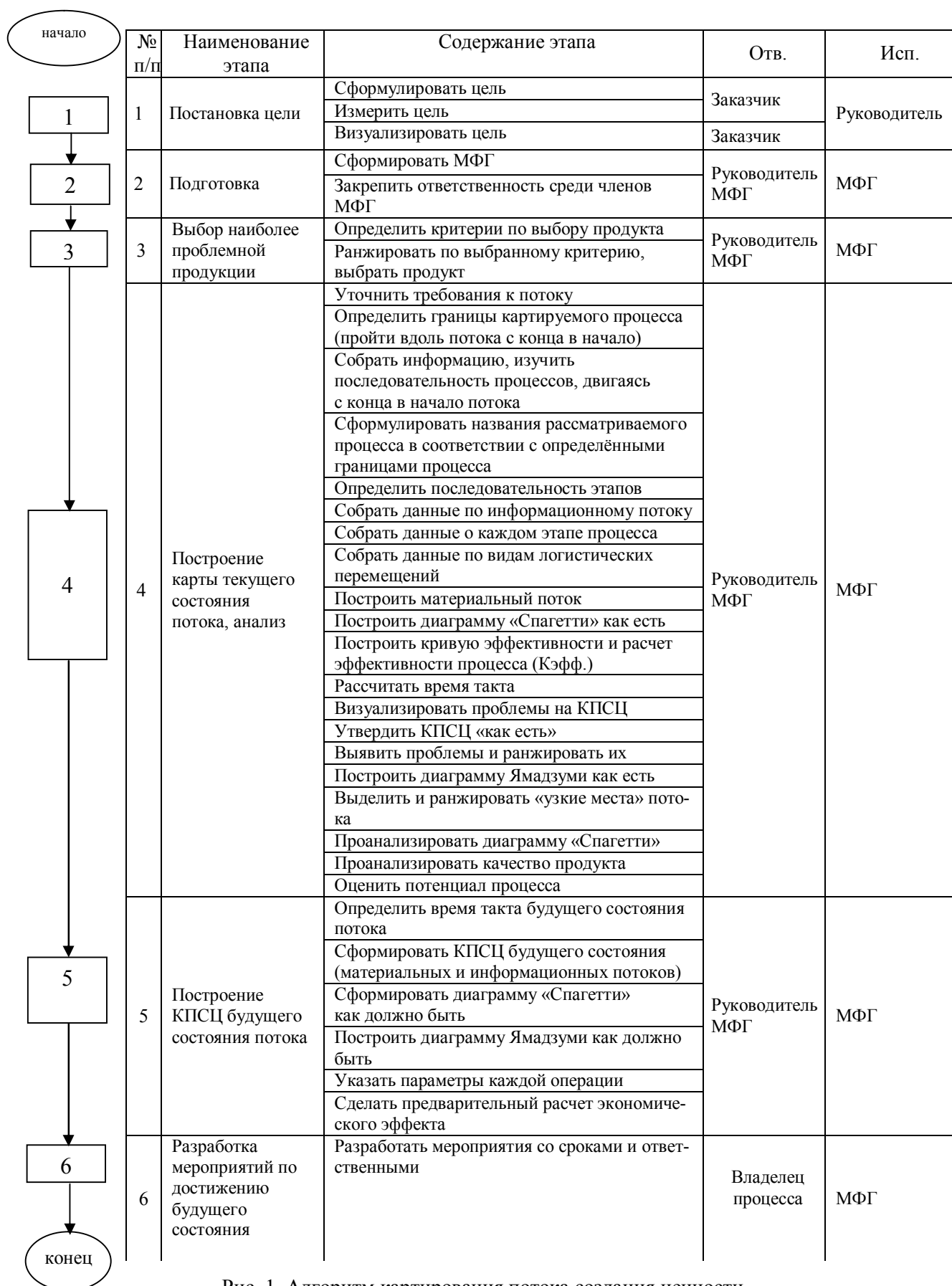


Рис. 1. Алгоритм картирования потока создания ценности

Коэффициент эффективности потока указывается в конце кривой эффективности и рассчитывается как отношение суммарного времени создания ценности на всех операциях процесса к суммарному времени цикла всех операций.

– Построение диаграммы Ямадзуми «как есть». Операции, время цикла которых больше, чем время такта, являются «узкими» местами в потоке и подлежат оптимизации. Основными инструментами анализа и устранения потерь являются: FIFOTPM, SMED, Канбан, Картирование, Перебалансировка и т. д.

– Построение диаграммы «Спагетти» текущего состояния. Диаграмма «Спагетти» позволяет наглядно увидеть последовательность операции, количество перемещений и расстояние, которые совершают продукт и работник. Цель построения диаграммы «Спагетти» – рационально разместить рабочие места в потоке и устранить потери при транспортировке и передвижении.

Построение КПСЦ будущего состояния потока происходит следующим образом:

1. Определяются риски (проблемы, которые могут возникнуть при переходе из текущего состояния в будущее) и описываются действия, смягчающие последствия рисков.

2. МФГ, после построения карты текущего состояния потока в соответствии с целевой задачей выполняет анализ потерь, причин появления «узких» мест в потоке и оформляет карту будущего состояния, последовательно улучшая поток с учетом следующих семи принципов будущего состояния (при составлении карты будущего состояния на основе диаграммы «Спагетти» составляется схема перемещения оператора.

Формирование будущего состояния потока создания ценности необходимо начинать с перебалансировки этапов процесса (операций) по времени такта. Загрузка каждого этапа процесса (операций) должна быть приближена ко времени такта и не превышать его. Рекомендуется время цикла делать на 10–15 % меньше времени такта. Это достигается за счет приведения последовательности действий к оптимальному выравниванию загрузки, стандартизации работ, а также контроля и решения проблем.

Следует выделить следующие принципы картирования процесса:

*Принцип № 1. Работайте в соответствии со временем такта.* Оператор должен понимать, что работать нужно в строгом соответствии с временем такта так как если он будет работать быстрее, то будут возникать проблемы по хранению излишней продукции, а если медленнее, то будет тормозиться весь последующий процесс, что приведёт к срыву своевременного выполнения заказа.

*Принцип № 2. Создавайте непрерывный поток (поток в одно изделие), где это возможно.* Непрерывный поток предполагает передачу готового изделия на следующую операцию потока без задержек и является идеальным состоянием потока: быстрым, экономичным, прозрачным, с минимальными потерями. Непрерывный поток считается самым эффективным способом производства. Наиболее оптимальным с точки зрения организации непрерывного потока является работа на конвейере. Следующей по эффективности считается формирование производственных ячеек (L-, T-, U-, S-, V-образных). При формировании производственной ячейки обязательным условием является проведение перебалансировки работы оборудования и персонала под требуемое время такта. Для организации непрерывного потока МФГ принимает решение по переходу в целевое состояние, включающий в себя перемещение, оборудование, обучение работников, расчет запасов, изменение рабочих расписаний.

*Принцип № 3. Используйте систему вытягивания там, где непрерывный поток обрывается.* При невозможности организовать непрерывный поток в тех местах, где происходит накопление запасов или требуется транспортировка продукции, необходимо применять вытягивающую систему.

Типовыми причинами накопления запаса являются длительная переналадка оборудования, несбалансированность операций по времени цикла, ряд операций выполняется на участках, расположенных далеко друг от друга (в других производствах, других организациях), неритмичное поступление комплектующих изделий (узлов) с других участков и (или) несвоевременное оказание услуг подрядными подразделениями, несвоевременная передача информации, аварийные простои оборудования.

Основные методы и принципы вытягивания – супермаркет, канбан, FIFO. При решении МФГ использовать супермаркет необходимо провести ABC-анализ по изготавливаемой на данной операции номенклатуре. Супермаркет организуют только для номенклатуры А и В. Номенклатура С включается в месячный план производства.

При использовании вытягивающих систем для координации работы всего потока планирование производственного задания необходимо учитывать возможности производства работ на операциях, являющихся узким местом (операция, задающий ритм процесса).



*Принцип № 4. Информировать о графике потребления только один, задающий ритм, производственный процесс.* Задающий ритм процесс выбирается как операция, которая определяет ритм работы всех операций выше по потоку, после нее, как правило, перемещение продукции выполняется в виде непрерывного потока. Это операция, в которую поступает задание на производство.

*Принцип № 5. Распределяйте производство различных продуктов равномерно в течение рабочей смены.* Данный принцип требует применения выравнивания производства по видам и объему продукции в течение фиксированного периода времени. МФГ выполняет равномерное распределение объемов производства для всей номенклатуры по всему временному интервалу.

Выравнивание позволяет распределить выполнение заказа так, чтобы смягчить колебания спроса, выполнить заказ точно вовремя, равномерно распределить объем работ и избежать перепроизводства, избежать потерь, связанных с неритмичностью работы (ожидание, транспортировка, запасы и т. д.).

*Принцип № 6. Замеряйте параметры потока через короткие интервалы.* Замеры параметров потока производятся в наиболее разумно короткий период времени.

*Принцип № 7. Развивать способность делать «каждую деталь каждый период времени».* Данный принцип определяет количество переналадок оборудования, которые позволяют произвести всю номенклатуру деталей за выбранный период времени. Количество переналадок рассчитывается как

$$\text{КДК} = \frac{\text{Тдост.} - \text{Время изготовления}}{\text{Время переналадки}}, \quad (2)$$

где Тдост. – рабочее время без учета всех нормированных перерывов за выбранный период, сек.;

Время изготовления – время, необходимое для изготовления всей номенклатуры деталей за выбранный период, сек.;

Время переналадки – длительность одной переналадки, сек.

Для часто потребляемых деталей показатель КДК должен рассчитываться для меньшего периода времени (8 ч, 1 ч и т.д.). Для этого необходимо сокращать время переналадки оборудования и потери в операциях.

3. Построив КПСЦ будущего состояния, участники МФГ рассчитывают и указывают на КПСЦ показатель эффективности потока и строят диаграмму «Спагетти» для будущего потока.

Далее МФГ разрабатывает план мероприятий по достижению будущего состояния потока, который утверждается заказчиком проекта.

Предлагаемый в статье алгоритм картирования потока создания ценности регулярно применяется в ПАО «КАМАЗ». К примеру, для повышения эффективности процесса сборки грузовых автомобилей КАМАЗ применено картирование потоков создания ценности. На первом этапе разрабатывается КПСЦ 1-го уровня «Как есть», в которой определяются материальные и информационные потоки, основные потери, и проводится хронометраж основных процессов. В КПСЦ 1-го уровня входят основные блоки предприятия, начиная с заключения договоров, технологической проработки и заканчивая производством продукта и его реализацией.

Для эффективной работы основного процесса необходимо, чтобы его вспомогательные процессы работали слаженно и бесперебойно. Для этого определяется процесс в КПСЦ 1-го уровня, где необходимо произвести улучшение или являющийся узким местом в процессе. На него составляется КПСЦ второго уровня (рис. 2), если проблема не устраняется, то выбирается опять узкое место и на него составляется КПСЦ третьего уровня и так далее. Работа делается до тех пор, пока не выявится коренная причина проблемы. Такой подход позволяет найти коренную причину проблемы в любом процессе и устранить её с минимальными затратами.

Оформление карты потока создания ценности производится в следующей последовательности:

1. Название карты КПСЦ. Название должно быть понятным и точно соответствовать отображаемому процессу.

2. На карте должны быть отражены не только материальный, но и информационный потоки. Отражая материальный поток, под каждой операцией (обозначается прямоугольником) в табличке должны быть указаны все параметры (запасы, количество задействованного персонала, время такта и цикла, занимаемая площадь и другие данные касающиеся ресурсов для выполнения этой операции. Форму заполнения см. рис. 3).

3. Все обозначения должны соответствовать принятым стандартным знакам.

4. В нижней части КПСЦ должна составляться «кривая эффективности потока» и производиться расчёт коэффициента эффективности потока. При этом практика показывает, что если коэффициент эффективности получился более 20 %, значит в потоке не все потери обнаружены.

Таблица параметров КПСЦ включает всю необходимую информацию для проведения анализа текущего состояния потока (рис. 3).

<b>Бригада 111</b>
Мастер
<b>Иванов А.С.</b>

Бригада 111
Позиций: 1-6
Персонал: 15 чел.
T- Цикла 120 сек.
T- Такта 120 сек.
Количество операций 171

Рис. 3. Таблица параметров КПСЦ 1-го уровня

Применение данных рекомендаций будет способствовать повышению эффективности процессов за счёт применения инструментов бережливого производства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Майк Ротер, Джон Шук. Учись видеть бизнес-процессы. Практика построения карт потоков создания ценности. Альпина Бизнес Букс: CBSD, Центр развития деловых навыков, 2005. 132 с.
2. Джеффри Лайкер. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. 402 с.
3. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. 408 с.
4. ГОСТ Р 56020-2014 Бережливое производство. Основные положения и словарь.
5. ГОСТ Р 56404-2015 Бережливое производство. Требования к системам менеджмента.
6. ГОСТ Р 56405-2015 Бережливое производство. Процесс сертификации систем менеджмента. Процедура оценки.
7. ГОСТ Р 56406-2015 Бережливое производство. Аудит. Вопросы для оценки системы менеджмента.
8. ГОСТ Р 56407-2015 Бережливое производство. Основные методы и инструменты.

Поступила в редакцию 21.12.16

*V.F. Arzhentsov, N.S. Davydova, R.R. Fatkhullin*

#### MAPPING OF VALUE STREAMS IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

Value stream mapping is one of the key tools in lean production focused on detection and elimination of all the types of waste (overproduction, unnecessary inventory, waiting, unnecessary motion, excessive transportation, defects, inappropriate processing). The main steps of application of the value stream mapping are examined, as well as the algorithm and principles of process mapping and their content. Together with this, measures for improving the production process are suggested based on the tools of lean production, and their efficiency is calculated. In this way the impact of the application of value stream mapping on the efficiency improvement is revealed. There are principles set up which a manager must follow in order to achieve the best results from the application of the value stream mapping. The application of the proposed measures is shown using the public company KAMAZ as an example. Namely, to increase the effectiveness of the process of delivery to the joint-stock company "KAMAZ-Engineering", the value stream mapping has been applied, a value stream map for the current state has been developed in which material and information streams

and the main losses have been defined and a time study of the basic processes has been carried out. Such an approach allows one to find the root cause of the problem in any process. The application of these recommendations will contribute to an increase in the effectiveness of project implementation in the sphere of lean production.

*Keywords:* lean production, production system of an organization, value stream, value stream mapping, losses, value, map of the current state, map of the future state, efficiency coefficient.

Арженцов Владимир Федорович,  
заместитель председателя Комитета развития  
производственной системы

ПАО «КАМАЗ»  
423800, Россия, г. Набережные Челны,  
Автосборочный проезд, 10  
E-mail: arzhentsov@kamaz.ru

Arzhentsov V.F.,  
Deputy Chairman of Production System  
Development Committee

KAMAZ PTC  
Avtosborochniy proezd, 10, Naberezhnye Chelny,  
Russia, 423800  
E-mail: arzhentsov@kamaz.ru

Давыдова Надежда Станиславовна,  
доктор экономических наук

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»  
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1 (корп. 4)  
E-mail: dav\_ns@bk.ru

Davydova N.S.,  
Doctor of Economics

Udmurt State University  
Universitetskaya st., 1/4, Izhevsk, Russia, 426034  
E-mail: dav\_ns@bk.ru

Фатхуллин Рузаль Расимович,  
ведущий специалист Комитета развития  
производственной системы

ПАО «КАМАЗ»  
423800, Россия, г. Набережные Челны,  
Автосборочный проезд, 10  
E-mail: fathullinrr@kamaz.org

Fatkullin R.R.,  
Main specialist of the Production System  
Development Committee

KAMAZ PTC  
Avtosborochniy proezd, 10, Naberezhnye Chelny,  
Russia, 423800  
E-mail: fathullinrr@kamaz.org