

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра металлорежущих станков и инструментов

## **ИНСТРУМЕНТЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Методические указания к практической работе  
по дисциплине «Бережливое производство»,  
для обучающихся всех направлений  
подготовки и специальностей

Составитель Д. Б. Шатько

Утверждены на заседании кафедры  
Протокол № 1 от 02.09.2025  
Рекомендованы к изданию  
учебно-методической комиссией  
направления подготовки 27.03.02  
Протокол № 1 от 02.09.2025

Электронная версия  
находится в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2025

## **1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Ознакомиться с основными инструментами бережливого производства; изучить самостоятельные управленческие методики lean-концепции (Кайдзен, Шесть сигм, Канбан).

## **2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Для внедрения бережливого производства на предприятии, существуют инструменты бережливого производства, являющиеся передовыми методами организации управления на предприятиях. Это ряд правил и методов, которые признаны эффективными во многих компаниях мира.

Использование таких инструментов приводит к:

- снижению затрат на качество продукции;
- прозрачности управленческих процессов;
- повышению уровня удовлетворенности потребителей продуктами компании;
- росту вовлеченности сотрудников компании в процесс производства и усилению их мотивированности;
- уменьшению потерь ресурсов.

## **3. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Майкл Вейдер в своей работе «Инструменты бережливого производства», выделил и изложил суть наиболее распространенных элементов Lean Production.

В табл. 1 представлена краткая характеристика ряда ключевых элементов Lean Production.

Таблица 1

## Инструменты бережливого производства

Инструмент	Суть мероприятий	Эффект
<b>5S</b>	Правильная организация рабочего места: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Рассортировать + убрать то, что не используется</li> <li>• Расположить в удобном порядке то, что используется</li> <li>• Поддерживать чистоту и порядок</li> <li>• Создать стандарты контроля</li> <li>• Совершенствовать, применяя созданные стандарты</li> </ul>	Достаточно быстрое выявление проблем в производстве, вызванных неправильной организацией рабочего места и сведение их к минимуму (например, избавление от залежей инструментов, которые использовались месяц назад, а сейчас только заставляют тратить время на поиск среди них нужного)
<b>Andon</b> (Андон)	Система, которая сразу же информирует о возникшей в процессе производства проблеме и позволяет остановить процесс, пока обнаруженный дефект не стал массовым	Своевременная ликвидация проблемы, которая позволяет в дальнейшем не тратить ресурсы на ликвидацию последствий ошибки в глобальных масштабах
<b>Bottleneck analysis</b> (Анализ узких мест)	Нахождение «узкого» места производства («бутылочного горлышка»), не позволяющего создавать больше продукции за меньшее количество времени. Расширение «бутылочного горлышка» улучшает производительность и «выхлоп» производственных мощностей	Происходит улучшение слабейшего элемента на производстве, иными словами: «Слабые звенья, прощайте!»
<b>Continuous Flow</b> (Непрерывный поток)	Выстраивание производственных потоков оптимальным образом. Процесс, выстроенный верно, не подразумевает заполнения «буфера» и каких-либо длительных остановок между этапами производства	Устранение таких потерь, как непродуманная транспортировка, излишние запасы, нерациональный расход времени
<b>Gemba</b> (Поле битвы)	Формирование понимания того, что все наиболее важное происходит на производстве, а не в кабинетах руководства	Руководство вовлекается в производственный процесс, что позволяет укрепить дисциплину, уменьшить время реакции на возникающие проблемы и получать информацию из первоисточника

## Продолжение таблицы 1

<b>Heijunka</b> (Планирование)	Умение планировать заказы особым образом. Заказы клиентов разделяются на несколько небольших партий, которые выстраиваются в определенном порядке. Появляется возможность производить разную продукцию максимально быстро и сократить вероятность возникновения рисков нарушения производственного процесса на разных стадиях и срыва сроков передачи готового продукта заказчику	Снижается потребность иметь запас материалов, время производства. Он позволяет уменьшить потери за счет того, что каждый вид продукции изготавливается чаще, а запасы (иными словами, замороженные активы) сводятся к необходимому минимуму. При вынужденной остановке линии на предприятии есть вся необходимая клиенту продукция
<b>Hoshin Kanri</b> (Развертывание политики)	Налаживание связи между «стратегией» и «тактикой»: целями руководства с действиями представителей производства	Руководство задает цели каждому из сотрудников, они двигаются в этом направлении. Достаточная коммуникация между руководством и рабочими позволяет уменьшить потери
<b>Jidoka</b> (Автономизация)	Оборудование подвергается частичной автоматизации. Поиск проблемы происходит в автоматическом режиме. Есть возможность остановить производство при обнаружении ошибки	Один сотрудник может контролировать работу сразу нескольких устройств. Это приводит к снижению затрат на производство, а также сводит к минимуму затраты на ликвидацию ошибок (в сравнении с тем, если бы они были обнаружены не сразу же, а только в конце производственного цикла)
<b>Kaizen</b> (Постоянное улучшение)	Использование kaizen tools представляет собой объединение усилий всех сотрудников предприятия в направлении формирования особой корпоративной культуры и достижение общих целей	Синергический эффект от объединения усилий сотрудников, направленных на уменьшение издержек, становится, по сути «вечным двигателем» прогрессирования бережливого производства на предприятии
<b>JIT, Just in time</b> (Точно в срок)	Производство и система поставки базируются на «вытягивании» необходимого клиенту на данный момент времени количества продукции. При этом прогнозируемый спрос в расчет практически не берется	Этот способ наиболее эффективен при необходимости снижения количества выпущенных изделий, запасов сырья и размера производственного помещения. Способствует оптимизации финансовых потоков

## Продолжение таблицы 1

<b>Kanban</b> (Вытягивающая система)	Регулирует потоки выпущенной продукции и сырья внутри и за пределами производства. Потребность в комплектующих или готовой продукции определяется с помощью сигнальных карт	Снижается количество потерь и излишек складских запасов. Положительно влияет на результаты проведения инвентаризации на складе
<b>KPI</b> (Ключевые индикаторы производительности)	Система метрик применяется для анализа приоритетных сегментов деятельности компании. Является мощным стимулятором роста для сотрудников	Ключевые индикаторы, которые могут изменять работники, позволяют своевременно определять потенциальные потери и риски, достигать стратегических целей, поставленных перед компанией
<b>Muda</b> (Потери)	Избавление от всего, что не представляет ценности для заказчика (потребителя)	Узнав все возможные виды потерь, следует их своевременно обнаруживать и минимизировать, повышая качество работы персонала, оборудования и организации в целом
<b>PDCA</b> (Планируй-Делай-Проверяй-Действуй)	Итеративный метод, позволяющий внедрять всяческие улучшения и / или проводить изменения: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Планируй (создание детального плана)</li> <li>• Делай (осуществление плана)</li> <li>• Проверяй (контроль достижений)</li> <li>• Действуй (пересмотр проделанных действий с точки зрения эффективности, разработка при необходимости более продуктивных действий)</li> </ul>	PDCA позволяет находить системный подход в решении возникающих проблем, внедрять улучшения и проводить эксперименты: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Планируй (выдвижение гипотез)</li> <li>• Делай (претворение гипотез в жизнь)</li> <li>• Проверяй (оценка результативности действий)</li> <li>• Действуй (внедрение изменений, новая попытка)</li> </ul>
<b>OEE</b> <b>Overall Equipment Effectiveness,</b> (Полная эффективность оборудования)	Позволяет отследить три вида потерь, относящиеся к функционированию оборудования: качество, готовность, производительность	Позволяет понять, насколько эффективно эксплуатируется оборудование. Это сбалансированный показатель, позволяющий повысить прибыльность производства и улучшить его технологичность. Если OEE достигает 100 %, значит, компания выпускает продукт без брака, настолько быстро, насколько это вообще возможно с учетом имеющихся технологий, не допуская простоев

## Продолжение таблицы 1

<b>Poka-Yoke</b> (Защита от ошибки)	Создание методов, предотвращающих появление ошибок в процессе производства. Главная цель – добиться «0 % дефективности»	Затраты, связанные с предупреждением ошибок, значительно ниже, чем те, которые компания несет при регулярных инспекциях и, тем более, при исправлении брака, выявленного спустя длительное время
<b>Анализ основных причин</b>	Этим факторам нет места на производстве. Их выявление производится по принципу «пяти почему». То есть нужно задавать вопрос «Почему?» не менее 5 раз по отношению к каждому фактору, негативно влияющему на производство	Устранение основных причин появления проблем позволяет избежать возникновения аналогичных ситуаций в будущем
<b>Visual Factory</b> (Визуализация производства)	Используются простые индикаторы. С их помощью осуществляется обмен информацией	Каждый сотрудник понимает текущую ситуацию, опираясь на данные системы информации (цвет, звук и прочие сигналы)
<b>VSM</b> <b>Value Stream Mapping,</b> (Карта потока создания ценности)	Инструмент Лин, позволяющий наглядно отделить процессы, добавляющие ценность, от не добавляющих ее	Удобное решение для планирования изменений, планирующихся впоследствии
<b>TPM</b> <b>Total Productive Maintenance</b> (Комплексное обслуживание оборудования)	Метод бережливого производства, суть которого состоит в том, чтобы привлечь к обслуживанию оборудования каждого сотрудника компании, а не только специалистов-техников. Цель TPM – повысить срок эксплуатации оборудования и его эффективность	Уменьшение количества простоев, ошибок в работе с оборудованием, аварий. Усиление чувства ответственности у каждого сотрудника
<b>Takt time</b> (Время такта)	Показатель периодичности, с которой клиент заказывает продукцию. Также время такта может отображать временной промежуток, в который компания предоставляет клиенту выпущенную продукцию. Можно рассчитать по формуле: <i>Плановое время производства / Спрос потребителя</i>	Позволяет определить требуемую производительность определенного производственного участка с целью удовлетворения потребностей клиентов

## Продолжение таблицы 1

<b>Стандартизированная работа</b>	Инструкция по близкому к идеальному выполнению определенной операции. Этот документ постоянно анализируется и обновляется. При наличии в компании одинакового оборудования оно должно работать по единому стандартизированному методу (оптимальному). Максимальная эффективность достигается при использовании интерактивных документов, которые можно быстро видоизменить и дополнять	Уменьшаются потери (вследствие применения только лучшего опыта). Снижаются риски создания некачественного продукта
<b>SMART</b> (Умные цели)	Данная аббревиатура содержит в себе следующие слова: Specific, Measurable, Attainable, Relevant, and Time-Specific. В русском варианте это звучит так: цель конкретна, измерима, достижима, релевантна, определена во времени	При слабо продуманной коммуникации или ошибочном понимании задач неизбежно возникают потери. Устранить эту проблему позволяет правильно поставленная цель
<b>6 причин снижения производительности</b>	К самым распространенным причинам падения производительности относятся следующие: поломки, настройки, непродолжительные остановки, снижение скорости, отказы в работе, отказы в производстве	Все эти причины являются призывом к действию. Сократить время простоя можно только при последовательном устранении всех проблем
<b>SMED</b> (Быстрая переналадка)	Набор инструментов, основанных на принципах бережливого производства, позволяющих намного быстрее проводить отладку оборудования (до 10 минут). Переналадка производится на основе двух действий: внутреннем и внешнем. Внутренние действия сопряжены с остановкой оборудования, а внешние могут выполняться и при работающем устройстве. Методика SMED подразумевает преобразование действий из внутренних во внешние	Становится проще производить небольшие партии продукции, увеличивается время полезной работы оборудования

Ниже рассмотрены основные и наиболее часто используемые методики и инструменты концепции бережливого производства. На практике многие инструменты используются в различных комбинациях и служат для улучшения работы персонала, эффективного обмена информацией между сотрудниками, для контроля качества продукции, для стандартизации работы предприятия и т. п.

## 4. КАЙДЗЕН

В японском языке слово «*кайдзен*» (от «кай» – «изменение» и «зен» – «хорошо») означает непрерывное совершенствование.

Кайдзен – это система непрерывного улучшения качества, технологий, процессов, корпоративной культуры, производительности труда, надежности, лидерства и других аспектов деятельности компании.

В основе системы кайдзен находятся **5 ключевых элементов:**

1. *Командная работа.* Все сотрудники должны работать как одна команда для достижения общей цели и желаемого улучшения в работе. Работа в команде предполагает постоянный обмен информацией, взаимное обучение, своевременное выполнение своих обязанностей и прочее.

2. *Персональная дисциплина.* Кайдзен требует, чтобы каждый сотрудник повышал свою самодисциплину во всех аспектах труда – управлении своим временем, качеством исполнения работы, соблюдении требований и регламентов, расходовании материальных и финансовых ресурсов и пр.

3. *Моральное состояние.* Персонал должен стремиться сохранить высокий моральный дух. Высшее руководство должно внедрить в практику работы различные мотивационные инструменты, такие как хорошие условия труда, учет заслуг, система поощрений и вознаграждений, оплачиваемый отпуск, пособия, оплата медицинских услуг, предоставление работникам кредитов и пр.

4. *Кружки качества.* Это один из принципиальных элементов системы кайдзен. В организации необходимо организовать работу кружков качества. В состав этих кружков должны входить



работники разного уровня. В кружках качества сотрудники имеют возможность обмениваться идеями, навыками, технологиями и другими важными для совместной работы ресурсами. Обмен информацией и взаимодействие в рамках кружков качества позволяет сотрудникам оценивать эффективность своей работы на основе сравнения с работой других, и тем самым пытаться улучшить свою деятельность.

*5. Предложения по улучшению.* Необходимо дать сотрудникам возможность свободно предлагать улучшения независимо от ранга, занимаемого в системе управления. Предложения сотрудников могут быть любыми, даже абсурдными, и все они должны быть учтены и рассмотрены.

### ***Принципы кайдзен:***

*1. Фокусирование на потребителях* – для компании, использующей кайдзен, важно, чтобы их продукция (услуги) удовлетворяли потребности потребителей. Личной ответственностью каждого является следить за тем, чтобы ее продукты соответствовали ожиданиям потребителя.

*2. Непрерывные изменения* – принцип, характеризующий саму суть кайдзен, то есть, непрерывные малые изменения во всех сферах организации – снабжении, производстве, сбыте, личностных взаимоотношениях и т. д. При этом каждое усовершенствование процессов разработки, производства или менеджмента реализуется как новый формальный стандарт. Однако этот стандарт будет существовать лишь до тех пор, пока каким-либо сотрудником или командой не будет найден способ его улучшить.

*3. Открытое признание проблем* – все проблемы открыто выносятся на обсуждение. Там, где нет проблем, совершенствование невозможно.

*4. Пропаганда открытости* – малая степень обособленности между «офисными» отделами и рабочими местами.

*5. Создание рабочих команд* – каждый работник становится членом рабочей команды и соответствующего кружка качества.

*6. Управление проектами при помощи межфункциональных команд* – ни одна команда не будет работать эффективно, если она действует только в одной функциональной группе. С этим принципом тесно связана присущая японскому менеджменту ротация.

7. *Формирование «поддерживающих взаимоотношений»* – для организации важны не только и не столько финансовые результаты, сколько вовлеченность работников в ее деятельность и хорошие взаимоотношения между работниками, поскольку это неизбежно приведет организацию к высоким результатам.

8. *Развитие по горизонтали* – личный опыт сотрудников должен становиться достоянием всей компании.

9. *Развитие самодисциплины* – умение контролировать себя и уважать как самого себя, так и других работников и организацию в целом.

10. *Информирование каждого сотрудника* – весь персонал должен быть полностью информирован о своей компании.

11. *Делегирование полномочий каждому сотруднику* – передача определенного объема полномочий каждому сотруднику. Это становится возможным благодаря обучению по многим специальностям, владению широкими навыками и умениями и пр.

12. *Самосовершенствование* – процесс совершенствования в компании, использующей кайдзен, – это предмет заботы каждого.

13. *Стандартизация* – нужны методы, позволяющие закрепить достигнутый успех.

## 5. ПЯТЬ «S»

*«Пять «S»* представляет собой систему рационализации рабочего места.

*Название метода происходит от пяти японских слов, которые начинаются с буквы S:*

1. *Сэири* «сортировка» (упорядочи, отделив нужное от ненужного) – четкое разделение вещей на нужные и ненужные и избавление от последних:

- незавершенное производство (ненужные детали);
- неиспользуемое оборудование, транспортная тара и т. д.;
- забракованные изделия;
- документы, инструкции, чертежи.

2. *Сэитон* «соблюдение порядка» (аккуратно расположи, что осталось) – организация хранения необходимых вещей, которая позволяет быстро и просто их найти и использовать. Расположе-

ние предметов должно отвечать требованиям безопасности, качества, эффективности работы.

3. *Сэисо* «содержание в чистоте» (уборка) – соблюдение рабочего места в чистоте и опрятности.

4. *Сэйкэцу* «стандартизация» (поддержание порядка, дисциплина) – необходимое условие для выполнения первых трех правил. Подразумевает формальное, письменное закрепления правил содержания рабочего места, технологии работы и других процедур.

5. *Сицукэ* «совершенствование» (формирование привычки) – воспитание привычки точного выполнения установленных правил, процедур и технологических операций.

Программа 5S не является самоцелью, она лишь неотъемлемая составляющая всей культуры производства, не просто повышающая производительность и избавляющая исполнителя от потери времени на поиск необходимых инструментов, документации, тары и т. д., но и создающая атмосферу комфорта на рабочем месте.

*5 S направлена на:*

- снижение числа несчастных случаев;
- повышение уровня качества продукции;
- повышение производительности труда.

## **6. ВИЗУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ**

***Визуальное управление*** – практика наглядного представления производственного процесса.

***Визуализация*** – это использование любых средств, информирующих о том, как должна выполняться работа. Это такое размещение инструментов, деталей, тары и других индикаторов состояния производства, при котором каждый с первого взгляда может понять состояние системы – норма или отклонение.

Метод визуализации применяется в организации с целью представления информации в наглядной форме (рисунок, фотография, график, диаграмма, схема, таблица, карта и т. п.) и доведение ее до сведения персонала в режиме реального времени для

анализа текущего состояния и принятия обоснованных и объективных решений.

***Наиболее часто используемые способы визуализации:***

1. Оконтуривание.
2. Цветовая маркировка.
3. Метод дорожных знаков.
4. Маркировка краской.
5. Метод «Было – стало».
6. Графические рабочие инструкции.

*Оконтуривание* – это хороший способ показать, где должны храниться инструменты и сборочные приспособления. Оконтурировать – значит обвести контуром сборочные приспособления и инструменты там, где они должны постоянно храниться. Когда нужно будет вернуть инструмент на место, контур укажет место хранения этого инструмента.

*Цветовая маркировка* указывает, для чего конкретно используются те или иные детали, инструменты, приспособления и пресс-формы. Например, если какие-то детали нужны при производстве определенного изделия, они могут быть окрашены в одинаковый цвет и находиться в месте хранения, окрашенном в такой же цвет.

*Метод дорожных знаков* использует принцип указания на предметы, находящиеся перед работником (что, где и в каком количестве). Есть три основных вида таких знаков:

- указатели на предметах, обозначающие, где должны находиться предметы;
- указатели на местах, сообщающие, какие именно предметы должны находиться тут;
- указатели количества, сообщающие, сколько предметов должно находиться в этом месте.

*Маркировка краской* – это метод, который используется для выделения местонахождения чего-либо на полу или в проходах. Маркировку краской применяют также для обозначения разделительных линий между рабочими зонами или транспортных проездов.

*Метод «Было – стало»* – изображение рабочего места / участка / цеха «до» и «после» изменений – наглядно демонстри-

рует произошедшие изменения, повышает мотивацию работников и поддерживает новый стандарт.

*Графические рабочие инструкции* в максимально простой и визуальной форме описывают рабочие операции и требования по качеству на каждом рабочем месте. Графические рабочие инструкции находятся непосредственно на рабочем месте и стандартизируют оптимальный способ выполнения работ, обеспечивая универсализацию рабочих и соблюдение стандартов.

Хорошим инструментом по визуализации перемещения служит *диаграмма «спагетти»*. Это наглядный инструмент, который позволяет визуализировать перемещения работников, продукции, транспорта, инструментов или сырья по предприятию.

Сущность метода заключается в нанесении на план-схему траектории движения сотрудников, транспорта или других объектов, что дает возможность оценить потери на все перемещения, понять, какие маршруты самые длинные и часто повторяющиеся и, соответственно, требуют обратить на них внимание.

## 7. ШЕСТЬ СИГМ (6 $\sigma$ )

*Шесть сигм (six sigma)* – это методология, служащая для измерения и повышения производительности компании посредством определения и выявления дефектов в процессах производства или предоставления услуг.

Название происходит от статистической категории «средне-квадратическое отклонение», обозначаемой греческой буквой  $\sigma$ .

Термин 6 сигм, который используется в названии концепции, означает стандартное отклонение случайной величины от среднего значения.

Если в качестве случайной величины рассматривается параметр качества процесса, то с помощью среднего значения и стандартного отклонения можно оценить вероятную долю дефектов процесса. Для этого предварительного необходимо установить верхнюю и нижнюю границы поля допуска параметра качества. Чем больше будет поле допуска, тем больше будет доля годной продукции этого процесса. Чем больше будет значение сигма, тем меньше доля годной продукции.

Чтобы повысить долю годной продукции, необходимо для заданного поля допуска стремиться уменьшить значение сигмы, тем самым, увеличив их количество, укладываемых в поле допуска (см. рис. 1).

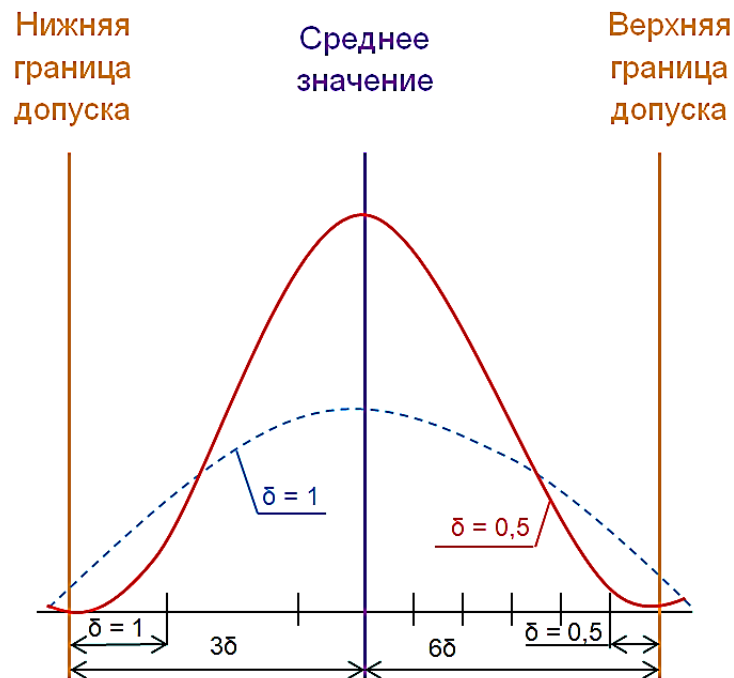


Рис. 1. Концепция 6 сигм

В том варианте, где от среднего значения до ближайшей границы поля допуска уместилось шесть значений сигм, количество дефектных изделий процесса может составлять 3,4 (три целых и четыре десятых) на один миллион. В том варианте, где уместилось три значения сигм, возможное количество дефектных изделий процесса – 66807 на один миллион.

*Суть концепции шесть сигм заключается в том, чтобы применяя различные методы и инструменты управления процессами добиться снижения значения стандартного отклонения при заданном поле допуска.*

**Цель методологии «Шесть сигм»** – сокращение отклонений в ходе производственного процесса и его совершенствование путем реализации так называемого проекта совершенствования

«Шесть сигм», который распадается на последовательность шагов *DMAIC* (*define, measure, analyze, improve, control*): выявление, измерение, анализ, совершенствование и контроль.

1. На этапе «определения, выявления» (*define*) ставятся цели и определяются рамки проекта, выявляются проблемы, которые должны быть решены для достижения определенного уровня отклонений.

2. На этапе «измерения» (*measure*) происходит сбор информации о текущем состоянии дел для получения данных, характеризующих базовый уровень показателей работы, и выявления участков, требующих наибольшего внимания.

3. На этапе «анализа» (*analyze*) выявляются основные причины возникновения проблем в обеспечении качества, после чего правильность выбора этих причин проверяется при помощи специальных инструментов анализа данных.

4. На этапе «совершенствования» (*improve*) внедряются решения, ориентированные на устранение основных причин тех проблем, которые были определены на этапе анализа.

5. Цель этапа «контроля» (*control*) – оценка и мониторинг результатов предшествующих этапов. На данном этапе улучшения подкрепляются модификацией системы стимулов и поощрений, наборов правил, процедур, систем ERP, бюджетов, инструкций для персонала и других рычагов управления.

Для проведения улучшений, совершенствования, и управления процессами 6 сигм применяет набор различных инструментов качества. Управление процессами может осуществляться на основе качественных и количественных показателей. В каждой организации может применяться свой набор инструментов. Примерами таких инструментов являются – статистическое управление процессами на основе контрольных карт, FMEA анализ, диаграмма Парето, диаграмма Исикавы, Древовидная диаграмма и др.

## 8. МЕТОДИКА ПЯТЬ ВОПРОСОВ «ПОЧЕМУ?»

Методика используется для выявления основной причины проблемы и заключается в том, чтобы многократно задавать вопросы «Почему появляется эта проблема?» при анализе проблемной ситуации. Для того чтобы установить основную причину

проблемы, обычно хватает пяти вопросов. Для получения полной и точной информации необходимо правильно формулировать вопросы.

*Порядок применения метода «5 почему» следующий:*

1. Формулируется несоответствие или проблема, для которой необходимо найти решение. Проблема может быть записана на листе бумаги или карточке. Документирование позволяет рабочей группе прийти к единому мнению как сформулировать несоответствие и тем самым сконцентрироваться на нем.

2. Задается вопрос «Почему это несоответствие возникло?» или «Почему это произошло?». Определяются варианты ответов на поставленный вопрос. Ответов может быть несколько. Все они записываются под, либо сбоку от проблемы. Ответы необходимо формулировать кратко. Для поиска ответов может применяться метод мозгового штурма. Чтобы структурировать поиск решений по методу «пять почему» можно предварительно определить основные подобласти, которые приводят к возникновению несоответствия.

3. Если причины, выявленные на шаге 2, могут быть детализированы далее, то по каждой из выявленных причин опять задается вопрос «Почему это произошло?». Ответы на этот вопрос записываются на третьем уровне детализации.

4. Проводится проверка возможности дальнейшей детализации причин. Если детализация возможна, то цикл постановки вопроса повторяется. Как правило, чтобы детализировать причины до самого нижнего уровня достаточно 5 повторений цикла.

5. После того как анализ будет завершен, и дальнейшая детализация причин станет невозможна, проводится пересмотр всех выявленных причин и определяются ключевые причины. В ходе пересмотра диаграммы некоторые из причин могут перемещаться с уровня на уровень или дублироваться в различных ветках дерева причин.

Рассмотрим пример применения данной методики.

*Вопрос 1.* Проблема: почему на полу машинное масло?

*Ответ.* Причина: потому что масло вытекло через шток цилиндра.

*Вопрос 2.* Проблема: почему случилась протечка?



*Ответ.* Причина: потому что уплотнительное кольцо пришло в негодность.

*Вопрос 3.* Проблема: почему уплотнительное кольцо пришло в негодность?

*Ответ.* Причина: потому что шток поврежден.

*Вопрос 4.* Проблема: почему шток поврежден?

*Ответ.* Причина: потому что грязь, попавшая в масло, разъедает поверхность штока.

*Вопрос 5.* Проблема: почему грязь попадает в масло?

*Ответ.* Причина: потому что крышка масляного бака не закрывается герметично.

К методике пять вопросов «Почему?» часто добавляют вопрос «Как?» (How?). Вопрос «Как решить проблему?» требует конкретного предложения для устранения основной причины. При выполнении шага 1 используют методику «красных ярлыков» – отмечают на технологическом оборудовании проблемные места ярлычками (стикерами, ленточками) красного цвета, которые снимают после устранения конкретной неполадки.

## **9. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА**

1. Изучить основные теоретические положения.
2. Оформить отчет. Отчет должен содержать:
  - наименование и цель работы;
  - ответы на контрольные вопросы по теме практической работы.
3. Опираясь на пример применения методики «5 почему» (см. п. 8) самостоятельно проведите анализ какой-либо проблемной ситуации по данной методике.

## **10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

1. Ознакомиться с сущностью вытягивающей системы производства Kanban [5].
2. Изучить базовые основы подхода ТРМ (Комплексное обслуживание оборудования) [7].

## **11. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что дает использование инструментов бережливого производства?
2. Назовите и дайте краткую характеристику наиболее распространенным элементам Lean Production.
3. Что понимается под системой кайдзен?
4. Перечислите ключевые элементы кайдзен.
5. Опишите принципы кайдзен.
6. Назовите и объясните этапы системы 5S.
7. В чем состоит суть визуализации?
8. Назовите и охарактеризуйте наиболее часто используемые способы визуализации.
9. Что понимается под методологией шесть сигм?
10. В чем заключается суть концепции шесть сигм?
11. Назовите последовательность и опишите каждый из шагов DMAIC проекта совершенствования шесть сигм.
12. Понятие и сущность метода «пять почему».

## **12. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Вэйдер, М. Инструменты бережливого производства : мини-руководство по внедрению методик бережливого производства / Майкл Вэйдер ; пер. с англ. – Москва : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 125 с. – ISBN 5-9614-0141-3.
2. Джордж, М. Л. Бережливое производство + шесть сигм в сфере услуг : как скорость бережливого производства и качество шести сигм помогают совершенствованию бизнеса / Майкл Л. Джордж ; пер. с англ.. – Москва : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 402 с. – ISBN 5-9614-0208-8.
3. Имаи, М. Гемба кайдзен : путь к снижению затрат и повышению качества / Масааки Имаи ; пер. с англ. – 4-е изд. – Москва : Альпина Паблишерз, 2009. – 345 с.– ISBN 978-5-9614-1136-2.
4. 5S для рабочих. Как улучшить свое рабочее место : Как улучшить свое рабочее место : переложение книги Хироюки Хирано «5 Pillars of the Visual Workplace. The Sourcebook for 5S Impelementation», выполненное специалистами издательства

Productivity Press / пер. с англ. – Москва : Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 176 с. – ISBN 978-5-903148-14-1.

5. Канбан для рабочих / пер. с англ. – Москва : Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 136 с. – ISBN 5-903148-09-3.

6. Куприянова, Т. М. Реализация технологии быстрой переналадки: российский опыт / Т. М. Куприянова, В. Е. Растимешин // Методы менеджмента качества. – 2007. – № 6. – С. 4-9.

7. TPM в простом и доступном изложении /А. Итикава [и др.] ; пер. с яп. А. Н. Стерляжникова ; под науч. ред. В. Е. Растимешина, Т. М. Куприяновой. – Москва : РИА «Стандарты и качество», 2008. – 128 с. – ISBN 978-5-94938-066-6.

8. Бишено, Дж. Новый инструментарий бережливого производства для создания быстрого и гибкого потока / Джон Бишено ; пер. с англ. – Калуга : Свет, 2007. – 296 с. – ISBN 978-5-9900768-1-5.

9. Синго, С. Быстрая переналадка: революционная технология оптимизации производства / Сигео Синго ; пер. с англ. – Москва : Альпина Бизнес Букс, – 2006. – 344 с. – ISBN 5-9614-0252-5.

10. ГОСТ Р 56407–2023. Бережливое производство. Основные инструменты и методы их применения : утвержден и введен в действие Приказом Росстандарта от 30 октября 2023 г. № 1292-ст : дата введения 2024–02–01. –Москва : ФГБУ «Институт стандартизации», 2023.

Составитель  
Дмитрий Борисович Шатько

## **ИНСТРУМЕНТЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Методические указания к практической работе  
по дисциплине «Бережливое производство»  
для обучающихся всех направлений подготовки и специальностей

В авторской редакции

Подписано в печать 17.11.2025. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 1,1.  
Тираж 12 экз. Заказ .  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.  
Издательский центр Кузбасского государственного технического  
университета имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.