

**БУЗУЛУКСКИЙ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫЙ ТЕХНИКУМ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Учебно-методическая документация по освоению дисциплины

СГ.06 Основы бережливого производства

Специальность 35.02.20 Технология производства, первичной
переработки и хранения сельскохозяйственной продукции

Форма обучения очная

Бузулук, 2025 г.

Лекция № 1

Тема: «Основные понятия и принципы бережливого производства»

1 Вопросы лекции:

1.1 Основные понятия и терминология бережливого производства.

1.2 Идеи бережливого производства, история их формирования и развития.

Концепция и принципы бережливого производства

Системы менеджмента качества и их интеграция бережливого производства.

2. Краткое содержание вопросов

Основные понятия и терминология бережливого производства.

Бережливое производство (lean production) — концепция организации бизнеса, ориентированная на создание ценности для потребителя путём формирования непрерывного потока создания ценности и постоянного совершенствования процессов. Цель — устранить потери и минимизировать ненужные действия в процессе производства.

Понятия

Ценность — то, что клиент готов заплатить за продукт или услугу. Ценность определяется клиентом и должна быть максимально сохранена во всём производственном процессе.

Потери — любая деятельность, которая потребляет ресурсы, но не добавляет ценности конечному продукту. Некоторые виды потерь: перепроизводство, избыточные запасы, ожидание, лишняя транспортировка, излишняя обработка.

Непрерывный поток создания ценности — последовательность действий, необходимых для преобразования сырья в готовый продукт, который имеет ценность для клиента. Цель — устранить все перерывы и задержки в этом потоке.

Система вытягивания — метод управления производством, при котором продукция производится только тогда, когда она необходима следующему этапу процесса.

Терминология

Некоторые термины бережливого производства:

Канбан — инструмент вытягивающей системы, который даёт указание на производство или изъятие (передачу) изделий с одного процесса на другой. Может использоваться в виде бирок, карточек, тары, электронного сообщения.

Картирование потока создания ценности (value stream mapping) — процесс изучения и визуального изображения материального и сопровождающего его информационного потоков в ходе создания ценности, при движении материалов по процессам от поставщика до потребителя.

Время такта (takt time) — интервал времени или периодичность, с которой потребитель получает заказанную продукцию. Задаёт скорость работы производства, которая должна точно соответствовать спросу.

Время цикла (cycle time) — время, требуемое оператору для осуществления всех действий, перед тем как повторить их снова.

Время производственного цикла (production cycle time) — время прохождения изделия, материала или заготовки по процессу или потоку создания ценности от начала первой производственной операции до окончания последней.

Идеи бережливого производства, история их формирования и развития.

Идеи бережливого производства (от англ. lean production, lean manufacturing) направлены на рационализацию бизнес-процессов, устранение потерь и создание ценности

для потребителя. Основная цель — создание максимальной ценности для потребителя при минимальных затратах ресурсов.

История формирования

Концепция зародилась в Японии в середине XX века на основе философии компании Toyota (Toyota Production System, TPS). Основатель — японский специалист Тайити Оно, который разработал производственную систему для Toyota в 1950-е годы.

Термин «бережливое производство» был введён в обиход бизнесменом Джоном Крафчиком (США) в 1988 году. Точно определён в 1996 году Джеймсом Вомаком и Дэниелом Джонсом в книге «Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании».

Принципы

Некоторые принципы концепции бережливого производства:

Определение ценности — нужно понять, какой продукт закрывает потребность покупателя, и предложить ему этот товар.

Выявление маршрута формирования ценности — следует чётко представить траекторию движения товара от идеи до использования и убедиться, что каждый этап пути работает на увеличение значимости продукта.

Поддержание процесса — деятельность компании нужно выстроить так, чтобы работа шла безостановочно, например, сократить товарные остатки, устранить периоды ожидания между операциями.

Вытягивание — выпуск продукции по спросу, а не по предложению, что исключает перепроизводство и сопутствующие потери.

Постоянное усовершенствование — компания должна обеспечить непрерывную оптимизацию производственного процесса, в том числе мониторить полученные результаты, анализировать все шаги, выявлять и минимизировать недочёты в работе.

Методы

Для реализации концепции бережливого производства используют, например:

Систему Just-in-Time («точно в срок») — помогает планировать поставки сырья и материалов точно к моменту производства, что позволяет сократить запасы и расходы на хранение.

Систему 5S — помогает снизить число ненужных движений работников и повысить их продуктивность, предполагает контроль за чистотой и эргономичностью рабочего места.

Метод Рока-йоке — направлен на борьбу с дефектами продукции, которые возникают из-за неправильного расположения заготовок или ошибок при включении.

Развитие

Сначала концепцию бережливого производства применяли в отраслях с дискретным производством, прежде всего в автомобилестроении. Позднее концепцию адаптировали к условиям процессного производства. Позднее идеи бережливого производства стали применяться в торговле, сфере услуг, коммунальном хозяйстве, здравоохранении и других видах деятельности.

В России широкое применение идей бережливого производства началось после проведения Первого Российского Lean-Форума в 2006 году

Концепция и принципы бережливого производства

Концепция бережливого производства (Lean Production) — это подход к управлению производственными процессами, направленный на повышение эффективности за счёт устранения потерь и оптимизации использования ресурсов.

Главная цель концепции — минимизация временных, трудовых и материальных потерь на всех этапах создания ценности для потребителей.

Концепция бережливого производства (lean manufacturing) включает четыре принципа:

1. Поток создания ценности.
2. Организация движения потока.
3. Вытягивание.
4. Совершенство.

Эти принципы направлены на оптимизацию бизнес-процессов и минимизацию потерь.

Поток создания ценности

Принцип предполагает, что производственный процесс выстроен так, чтобы исключить бесполезные операции и повысить КПД каждой стадии.

Поток создания ценности (value stream) — это последовательность всех операций, которые осуществляются с продуктом от начала проектирования до доставки клиенту. Цель — устранить действия, которые не добавляют ценности, но требуют затрат.

Организация движения потока

Принцип подразумевает контроль всех работ, направленный на сокращение простоев и устранение узких мест.

Некоторые аспекты организации движения потока:

Синхронизация операций. Детали и информация двигаются без задержек, узких мест и перерывов.

Расположение рабочих мест и оборудования. Все этапы создания ценности должны быть в одном месте и в той последовательности, в которой производится продукт.

Использование визуального контроля. Это позволяет выявлять проблемы и принимать решения на месте их возникновения.

Вытягивание

Принцип предполагает, что производство запускается только при наличии спроса, а не на склад про запас.

Это помогает избежать перепроизводства и лишних запасов, а также сокращает время цикла заказа до доставки.

Пример применения: в автопроме принцип вытягивания реализуется через систему канбан. Когда на сборочной линии расходуется деталь, сигнал (карточка канбан) отправляется на склад, и только после этого запускается производство новой партии.

Совершенство

Принцип подразумевает непрерывное улучшение процессов и планомерное внедрение новых методов для минимизации потерь.

Процесс совершенствования включает:

Регулярную оценку текущего состояния. Выявление проблем и поиск решений.

Внедрение улучшений. Новые методы анализируются и внедряются.

Мониторинг результатов. Цикл улучшения повторяется постоянно.

Системы менеджмента качества и их интеграция бережливого производства.

Система менеджмента качества (СМК) и система менеджмента бережливого производства (СМБП) могут быть интегрированы в единую систему менеджмента для повышения эффективности деятельности и удовлетворённости потребителя.

Некоторые цели интеграции СМК и СМБП:

повышение качества при одновременном повышении производительности труда и снижении себестоимости продукции или услуг;

получение синергетического эффекта от проектов по улучшениям в области качества и бережливого производства;

создание единого контура управления СМК и СМБП, включая целеполагание, планирование, контроль, действия по улучшениям;

снижение уровня конфликтности, связанной с распределением ответственности и полномочий в СМК и СМБП;

исключение дублирования процессов, документации и соответствующих функций в СМК и СМБП, что влечёт снижение затрат на функционирование систем.

Интеграция СМК и СМБП регулируется стандартом ГОСТ Р 57522–2017. Он предназначен для применения организациями различных отраслей промышленности независимо от их вида, размера, поставляемой продукции и оказываемой услуги.

Процесс интеграции включает несколько шагов:

1. Оценить уровень зрелости СМБП предприятия согласно ГОСТ Р 56406–2015 или другим комплексным оценкам.
2. Убедиться, что методы бережливого производства можно интегрировать в существующую систему СМК компании.
3. Построить карту создания ценностей, которая станет основой для пересмотра существующих процессов СМК.
4. Составить план развития производственной системы на 2–3 года или 5 лет, который должен быть основан на результатах деятельности предприятия.
5. Включить устранение потерь в обязательные цели работы персонала.
6. Придерживаться введённых методик на всех этапах жизненного цикла продукции.
7. Вести мониторинг выполнения принятых планов с ежемесячным анализом результатов деятельности по основным показателям и раз в полгода — с анализом уровня развития производственной системы.

Успех интеграции напрямую зависит от личного активного участия руководителя (или собственника бизнеса), степени вовлечения и обучения персонала, правильной разработки программы преобразований и успешного выполнения конкретных проектов.

Лекция № 2

Тема: «Инструменты бережливого производства»

Вопросы лекции:

1.1 Инструментарий бережливого производства: системы Канбан, ячеестое и поточное производство, система 5С

1.2 Контроль качества. Цель, задачи, этапы, методы и виды контроля.

1.3 Классические инструменты: контрольные листки, диаграмма Парето, причинно-следственная диаграмма, метод расслоения (стратификация), гистограмма, диаграммы рассеяния, контрольные карты.

2. Краткое содержание вопросов

Инструментарий бережливого производства: системы Канбан, ячеестое и поточное производство, система 5С

В инструментарии бережливого производства используются системы Канбан, ячеестое и поточное производство, а также система 5С. Эти инструменты помогают оптимизировать рабочие процессы, минимизировать потери и повысить эффективность.

Канбан

Канбан — метод организации работы, при котором задачи переходят от одного этапа к другому строго по мере готовности. Использует визуальные сигналы — чаще всего карточки или электронные задачи — чтобы обозначить этап выполнения.

Особенности:

Ориентирован на «вытягивание» задач — следующий этап запрашивает работу только тогда, когда готов её принять.

Делится на две формы: производственный канбан — инициирует выпуск определённого количества продукции, перемещающий канбан — сигнализирует о необходимости переместить материалы между этапами.

Инструмент визуализации потока задач — канбан-доска, которая делится на колонки, отражающие этапы процесса: «Запланировано», «В работе», «Готово» и др..

Ячеестое производство

Ячеестая организация производства — сосредоточение процессов и оборудования из разных функциональных зон предприятия в одном подразделении для производства продукта от начала до конца в одном месте мелкими партиями, сразу готовыми к поставке.

Особенности:

Помогает избежать проблем, характерных для массового производства: больших складских запасов, чрезмерного перемещения продукта в процессе производства, затянутого производственного цикла.

В некоторых случаях рабочие станции в каждой ячейке располагаются в U-образной форме.

Поточное производство

Поточная организация производства — система процессов, при которой выходы предыдущих процессов передаются на входы последующих синхронно.

Особенности:

Процессы выстраиваются последовательно.

Если процессы работают параллельно, их продолжительность кратно больше периодов основных процессов, принимаемых за время такта, параллельные процессы сдвигаются по фазе на время периода или перед ними устанавливается накопитель — буфер, задача которого — накопить на входе необходимое количество продукции или комплектующих для начала процесса.

Система 5С

Система 5С — метод организации рабочего места (рабочего пространства), один из инструментов бережливого производства. Включает пять шагов:

1. Сортировка — чёткое разделение вещей на нужные и ненужные, избавление от последних.
2. Соблюдение порядка — упорядоченное и точное расположение и хранение необходимых вещей, которое позволяет быстро их найти и использовать.
3. Содержание в чистоте — содержание рабочего места в чистоте и опрятности.
4. Стандартизация — установление норм и правил, документальное оформление технологических операций.
5. Совершенствование — непрерывное совершенствование рабочих процессов, контроль выполнения технологических операций.

Цель: повышение производительности труда и эффективности производственного процесса, сокращение времени на поиск и перемещение нужных вещей.

Контроль качества. Цель, задачи, этапы, методы и виды контроля.

Контроль качества — это процесс получения и обработки информации об объекте с целью определения нахождения его параметров в заданных пределах. ncsa.ru

Цель контроля качества — обеспечить выпуск изделий, соответствующих требованиям конструкторской, технологической и нормативно-технической документации, предупредить производственный брак, получить информацию о качестве готовых изделий и состоянии технологического процесса.

Главная задача контроля качества — проверка соответствия продукции или процесса, от которого зависит её качество, установленным требованиям.

Этапы контроля качества:

1. Получение первичной информации о фактическом состоянии объекта контроля, контролируемых признаках и показателях.
2. Получение вторичной информации — отклонений от заданных параметров путём сопоставления первичной информации с запланированными критериями, нормами и требованиями.
3. Подготовка информации для выработки соответствующих управляющих воздействий на объект, подвергавшийся контролю.

Методы контроля качества в зависимости от специфики выпускаемой продукции могут включать:

Измерительный — предусматривает использование специальных инструментов, приборов.

Регистрационный — основан на регистрации числа наступления определённых событий (например, отказов при испытаниях).

Вычислительный — базируется на применении специальных математических моделей для вычисления показателя качества.

Органолептический — предусматривает анализ восприятия человеческих органов чувств (зрения, слуха, обоняния, вкуса, осязания).

Социологический — осуществляется на основе сбора и анализа мнений о продукции её фактических или потенциальных потребителей.

Экспертный — реализуется группой специалистов (например, дизайнеров, дегустаторов и др.).

Виды контроля качества могут различаться по разным признакам, например:

По объекту контроля — контроль количественных и качественных характеристик свойств продукции, технологического процесса (его режимов, параметров, характеристик).

По стадиям создания и существования продукции — проектирование (контроль процесса проектирования конструкторской и технологической документации), производственный (контроль производственного процесса и его результатов), эксплуатационный.

По этапам процесса — входной (контроль качества поступающей продукции, осуществляемый потребителем), операционный (контроль продукции или процесса по время выполнения или после завершения определённой операции), приёмочный (контроль законченной производством продукции, по результатам которого принимается решение о её пригодности к поставке или использованию).

По полноте охвата — сплошной (контроль каждой единицы продукции, осуществляемый с одинаковой полнотой), выборочный (контроль выборок или проб из партии или потока продукции).

По связи с объектом контроля во времени — летучий (контроль в случайные моменты, выбираемые в установленном порядке), непрерывный (контроль, при котором поступление информации происходит непрерывно), периодический (информация поступает через установленные интервалы).

По возможности последующего использования продукции — разрушающий (объект контроля использованию не подлежит), неразрушающий (без нарушения пригодности объекта контроля к дальнейшему использованию).

По степени использования средств контроля — измерительный, регистрационный, органолептический, по контрольному образцу (путем сравнения признаков качества продукции с признаками качества контрольного образца), технический осмотр.

По проверке эффективности контроля — инспекционный (осуществляется специально уполномоченными исполнителями с целью проверки эффективности ранее выполнявшегося контроля).

Классические инструменты: контрольные листки, диаграмма Парето, причинно-следственная диаграмма, метод расслоения (стратификация), гистограмма, диаграммы рассеяния, контрольные карты.

Инструменты контроля качества дают возможность получить эти факты, достоверную информацию о состоянии изучаемых процессов. Перечисленные инструменты контроля качества используют в основном исполнители (менеджеры) первой линии для контроля и улучшения конкретных процессов. Причем это могут быть как производственные, так и бизнес-процессы (делопроизводство, финансовые процессы, управление производством, снабжением, сбытом и т. п.). Комплексный характер управления качеством на всех этапах жизненного цикла продукции и производства является, как известно, неременным условием Всеобщего управления качеством. Контроль качества состоит в том, чтобы, проверяя нужным образом подобранные данные, обнаружить отклонение параметров от запланированных значений при его возникновении, найти причину его появления, а после устранения причины проверить соответствие данных запланированным (стандарту или норме).

Основные инструменты контроля, анализа и управления качеством

Контрольный листок — форма (как правило, таблица) для регистрации и подсчёта данных, которые собирают в результате наблюдений или измерений контролируемых показателей в течение установленного периода времени.

Диаграмма Парето — инструмент, который позволяет объективно представить и выявить основные причины, влияющие на исследуемую проблему, разделить факторы, влияющие на возникшую проблему, на важные и несущественные для распределения усилий по её решению.

Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы) — инструмент, который позволяет выявить наиболее существенные факторы (причины), влияющие на конечный результат (следствие).

Стратификация (расслоение) — инструмент, который позволяет произвести селекцию данных в соответствии с различными факторами. Стратификация — основа для других инструментов, таких как анализ Парето или диаграммы рассеивания.

Гистограмма — инструмент, который позволяет зрительно оценить распределение статистических данных, сгруппированных по частоте попадания данных в определённый (заранее заданный) интервал.

Диаграмма разброса — инструмент, который позволяет определить вид и тесноту связи двух рассматриваемых параметров процесса.

Контрольная карта — инструмент, который позволяет отслеживать ход протекания процесса и воздействовать на него (с помощью соответствующей обратной связи), предупреждая его отклонения от предъявленных к процессу требований.

Лекция № 3

Тема: «Переход предприятий (организаций) к бережливому производству»

1 Вопросы лекции:

1.1 Виды производственных потерь, их источники и причины возникновения.

1.2 Способы снижения потерь. Пути работы по минимизации потерь, их место в политике предприятия (организации).

1.3 Система 3М: Муда, Мури, Мура.

1.4 Бережливое управление. Элементы системы бережливого управления.

1.5 Формирование команды.

1.6 Мероприятия, позволяющие внедрить бережливое управление на производстве.

2. Краткое содержание вопросов

Виды производственных потерь, их источники и причины возникновения

В концепции бережливого производства (lean-методологии) выделяют виды производственных потерь — операций, на которые затрачиваются ресурсы, но не создаются ценность для потребителя. Цель — выявить и устранить коренные причины потерь и предотвратить их появление в будущем. unisender.com/adaptik.com

Виды

Некоторые виды потерь в бережливом производстве:

Перепроизводство — выпуск продукции в больших объёмах, чем требуется.

Ожидание — простой оборудования, задержки в поставках материалов или ожидание выполнения предыдущего этапа производства.

Ненужная транспортировка — лишние перемещения сырья, материалов и готовой продукции без добавления ценности.

Лишние запасы — накопление избыточного количества сырья, полуфабрикатов или готовой продукции, что приводит к высоким затратам на хранение.

Лишняя обработка — выполнение ненужных операций, усложняющих процесс без реального увеличения ценности.

Лишние перемещения — ненужные движения работников или оборудования, затрудняющие выполнение задач.

Дефекты — производственные ошибки, которые требуют переделки или утилизации продукции.

Источники

Потери возникают в разных источниках, например:

Нерациональное размещение оборудования — заготовка совершает перемещения, которых можно было бы избежать, если бы оборудование было расположено по-другому.

Нерациональная организация рабочего пространства — ненужные перемещения персонала, отсутствие стандартов работы. habr.com/vt-metall.ru

Причины

Некоторые причины возникновения потерь:

Неправильное планирование выпуска продукции (ошибки в определении наиболее популярных видов продукции).

Отсутствие переналадки производственной линии.

Избыточное оборудование.

Неизученность спроса на продукцию, что ведёт к излишним запасам готовой продукции.

Методы устранения

Для устранения потерь в концепции бережливого производства используют, например:

Систему 5S — технологию создания «эффективного рабочего места». Включает пять принципов организации рабочего места: сортировка, рациональное расположение, уборка, стандартизация и совершенствование.

Систему JIT (Just in Time) — «точно в срок» — все компоненты поступают в тот момент, когда они необходимы.

Вытягивающее поточное производство (Pull Production) — система, при которой объёмы продукции на каждом производственном этапе определяются исключительно потребностями следующих этапов, а на финальном этапе — потребностями заказчика.

Способы снижения потерь. Пути работы по минимизации потерь, их место в политике предприятия (организации).

Некоторые способы снижения потерь на предприятии:

Оптимизация процессов. Скрытые потери можно сократить за счёт устранения лишних движений и автоматизации задач.

Сокращение времени ожидания. Важно устранить ненужные этапы, включая плановые и внеплановые простои оборудования и персонала.

Выявление и устранение дефектов. Для этого используют такие инструменты, как автономизация оборудования, встроенное качество, Poka-Yoke и визуализация.

Оптимизация складского хранения. Например, выделение отдельных зон для разных категорий товаров с учётом их требований к температуре, освещению и влажности.

Работа с поставщиками. Тщательный выбор поставщиков, проработка в договоре поставки порядка возврата товара, компенсации и штрафов в случае недостачи, дефектов, брака или боя.

Разработка регламентов и инструкций. Например, создание инструкций по хранению отдельных категорий товаров, разработка регламентов перевозки и приёмки товаров.

Пути работы по минимизации потерь:

Анализ и оценка потерь. Это позволяет своевременно определить, какие бизнес-процессы необходимо реализовать, от каких отказаться.

Постоянное совершенствование работы. Необходимо постоянно анализировать производственные процессы, избавляться от лишних действий, влекущих потери.

Создание пилотных проектов. Нужно оценить их эффективность, а затем постепенно распространять опыт лучших из них на всё производство.

Место минимизации потерь в политике предприятия: выявление и устранение потерь на всех этапах производственного цикла важно для экономической эффективности. Внедрение современных подходов к снижению потерь позволяет повысить эффективность отдельных процессов и предприятия в целом, конкурентоспособность, финансовые показатели и инвестиционную привлекательность

Чтобы определить, какие потери следует сокращать в первую очередь, в каждой конкретной компании необходимо предварительно рассчитать их величину. Понятно, что для каждого из семи рассмотренных нами видов потерь методика расчета их величины будет разной, поскольку на их причины и размер влияют различные по своей природе факторы.

Размер потерь от ненужного перемещения персонала

Рассчитать величину таких потерь поможет хронометраж рабочего времени производственного персонала, который проводится с помощью таких инструментов, как фотография рабочего дня, контрольные наблюдения, видеофиксация перемещений сотрудников и т. п.

На основе результатов хронометража определяется среднее время неэффективных перемещений производственного персонала за определенный период, оптимальный вариант — месяц. Затем рассчитывается сумма потерь, которая выражается в начисленной по постоянным ставкам заработной плате за время этих перемещений и взносах в социальные фонды на эту зарплату.

Пример расчёта потери от ненужных перемещений персонала:

1. Вносим в расчетную таблицу данные о количестве производственного персонала по каждому цеху.

2. Рассчитываем общий фонд рабочего времени по каждой категории персонала и производственным цехам (количество человек × на 160 ч).

3. Указываем данные хронометража по ненужным перемещениям производственного персонала в часах за месяц.

4. Рассчитываем зарплату по постоянным ставкам персонала (количество человек × постоянная часть зарплаты).

5. Находим величину потерь от ненужных перемещений производственного персонала по начисленной зарплате (сумма зарплаты за месяц по постоянным ставкам / сумма часов общего фонда рабочего времени × сумма часов, потраченных на ненужные перемещения).

6. Находим величину потерь от ненужных перемещений производственного персонала по страховым взносам (сумма потерь от начисленной по ненужным перемещениям зарплаты \times сумма ставок по всем страховым фондам).

Система 3М: Муда, Мури, Мура.

Система 3М (Муда, Мура, Мури) — это концепция, которая используется в производственной системе Toyota, а позднее и в концепции бережливого производства. Она описывает расточительные практики, которые необходимо устранить.

Муда означает потери, действия, не добавляющие ценности. К ним относятся, например, перепроизводство, ожидание, излишняя транспортировка или перемещение, накопление запасов, лишние движения и дефекты. Цель — оптимизировать использование ресурсов, ускорить процессы и улучшить общее качество работы.

Мури означает перегрузку, то есть работу людей и оборудования на пределе возможностей. Такая перегрузка вызывает проблемы с качеством и может угрожать безопасности рабочих. Перегрузка оборудования может привести к авариям и массовым дефектам.

Мура означает неравномерность, которая проявляется в загруженности производственных процессов. Может быть так, что процессы перегружены и ресурсы не справляются с работой. В обратном случае, процессы могут быть не до загружены из-за недостаточной работы.

Эти три понятия имеют взаимную связь: если на производстве возникает неравномерность объёмов производства (мура), то возникает необходимость работать на пределе (мури), в результате чего появляются различные производственные потери (муда).

Бережливое управление. Элементы системы бережливого управления.

Бережливое управление (Lean management) — система организации работы, которая помогает навести порядок в процессах, сократить затраты и работать эффективнее. Основная цель системы — отказаться от лишнего и сосредоточиться на том, что приносит пользу и результат.

Некоторые элементы системы бережливого управления:

Единые стандарты. Бизнес фиксирует правила выполнения задач, чтобы снизить вероятность ошибок и упростить обучение новых сотрудников.

Система 5S — порядок на рабочем месте. Помогает создать чистое, безопасное и организованное рабочее пространство. Методика состоит из пяти шагов: сортировка, соблюдение порядка, уборка, стандартизация и дисциплина.

Картирование потока создания ценности (Value Stream Mapping). Это визуальное представление бизнес-процесса. Сложный процесс разбивают на этапы и фиксируют с помощью схемы, чтобы увидеть, где возникают потери, и понять, как сделать процесс быстрее и проще.

Канбан-доска. Помогает управлять задачами наглядно — показать, кто чем занимается, что уже сделано и что ещё в работе.

Just-in-time (Точно в срок). Система организации производства, при которой материалы и детали поступают точно к нужному времени. Позволяет сократить складские запасы и повысить гибкость.

Быстрая переналадка оборудования (SMED). Помогает сократить время на перенастройку станков и оборудования — чтобы иметь возможность выпускать небольшие партии и быстрее переключаться между задачами.

Забота о технике (Total productive maintenance, TPM). Подход, при котором сотрудников подключают к обслуживанию оборудования. TPM помогает предотвращать поломки и простои производства.

Пока-йоке (Рока-yoke), или защита от дурака. Компания внедряет простые решения, которые предотвращают ошибки при работе. Например, разрабатывают детали, которые можно собрать вместе только в правильном положении.

Формирование команды.

Формирование команды для внедрения бережливого производства (lean manufacturing) включает выбор участников, определение задач, обучение и мотивацию сотрудников. Цель — создать команду, которая будет отвечать за разработку и реализацию системы бережливого производства, и вовлечь всех сотрудников в процесс улучшений.

Состав

Команда должна состоять из представителей разных уровней и функций бизнеса компании. Некоторые требования к кандидатам:

Заинтересованные руководители и инициативные сотрудники, готовые к решительным действиям.

Специалисты с участков, где внедряют бережливое производство, — они должны пройти предварительное обучение.

Координатор внедрения — человек, который занимается только этой деятельностью: готовит распоряжения, планы, обеспечивает информацией.

Предпочтение отдаётся молодым, прогрессивным, активным сотрудникам, которым интересно всё новое.

Задачи

Некоторые задачи команды:

Анализ текущих процессов и выявление проблемных областей. Это позволяет создать план для оптимизации.

Разработка плана по улучшению эффективности, включая определение методов, которые будут использоваться для оптимизации систем.

Контроль и оценка эффективности изменений после реализации изменений. Важно выбрать показатели, непосредственно связанные с конечной целью оптимизации, — сокращение временных затрат, повышение качества продукта или улучшение использования ресурсов.

Выявление скрытых проблем и барьеров, которые могут мешать эффективной трансформации.

Обучение

Некоторые методы обучения членов команды принципам и инструментам бережливого производства:

Семинары и тренинги — виртуальные или проводимые в режиме реального времени.

Создание блок-схемы (карты) процесса — это помогает детализировать каждый этап производства и определить, какой из них представляет ценность, а какой — нет.

Деятельность малых групп — в рамках которых происходит обсуждение актуальных производственных проблем и коллективно вырабатывается их решение.

Мотивация

Некоторые инструменты мотивации команды:

Материальные стимулы — премии за внедрённое улучшение, бонусы за активное участие в лин-проектах. Система должна быть прозрачной: чем больше пользы от идеи — тем выше вознаграждение.

Программы поощрений — предложения должны оцениваться по понятным критериям, а награды — соответствовать масштабу изменений.

Геймификация — очки, рейтинги, звания, которые делают участие интересным.

Коммуникация — истории о внедрённых идеях с конкретным эффектом и благодарностью авторам, обзоры лучших инициатив.

Мероприятия, позволяющие внедрить бережливое управление на производстве.

Некоторые мероприятия, которые помогают внедрить бережливое управление на производстве:

Анализ текущих процессов и выявление потерь. Это позволяет идентифицировать слабые стороны и определить направления для оптимизации. Например, можно выявить избыточное производство, ожидание, излишнюю обработку и транспортировку.

Определение, что ценно для потребителя, а что — лишнее. Это помогает сконцентрировать производственные процессы на нужных ценностях, отмечая всё бесполезное с точки зрения покупателя.

Создание карты жизненного цикла проекта. Нужно чётко расписать каждую операцию производственного процесса с момента принятия заказа до передачи клиенту конечного продукта.

Планирование рабочего потока. Необходимо учесть и избежать всех причин простоев.

Отслеживание спроса. Нужно выпускать продукцию только в необходимом потребителю количестве, не допуская перепроизводства.

Обучение сотрудников принципам бережливого производства. Обучение должно быть не только теоретическим, но и практическим.

Внедрение изменений, мониторинг их эффективности. Нужно постепенно внедрять изменения, чтобы сотрудники могли адаптироваться. Например, можно начать с одного цеха или отдела, а затем распространить практику на всё предприятие.

Регулярный анализ результатов, корректировка плана. Это не разовое мероприятие, а постоянный процесс. Даже после успешного внедрения важно регулярно анализировать показатели, исправлять их.

**БУЗУЛУКСКИЙ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫЙ ТЕХНИКУМ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
СГ.06 ОСНОВЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Специальность 35.02.20 Технология производства, первичной переработки и хранения сельскохозяйственной продукции

Форма обучения очная

Бузулук, 2025 г.

1 Основные понятия и принципы бережливого производства (8 ч)

1.1 Вопросы к занятию

1. Современные методы повышения эффективности организации процессов
2. Нормативное обеспечение бережливого производства.
3. Бережливое производство как способ повышения эффективности деятельности предприятия (организации)

1.2 При подготовке к вопросам акцентировать внимание необходимо на следующих вопросах: систему 5S, метод Канбан, философию Кайдзен и систему SMED, рассмотреть стандарты, которые составляют нормативное обеспечение бережливого производства

1.3 Краткое содержание вопросов

1.3.1 Для повышения эффективности организации процессов в бережливом производстве используют несколько современных методов, которые включают систему 5S, метод Канбан, философию Кайдзен и систему SMED (Single Minute Exchange of Die). Эти методы помогают оптимизировать рабочие процессы, устранить потери и повысить производительность.

5S Система организации рабочего места. Включает пять этапов:

Сортировка — удаление с рабочего места всего, что не используется (неактуальных инструментов, устаревших материалов).

Рациональное размещение — то, что осталось после сортировки, размещают максимально удобно («у каждого инструмента своё место»).

Уборка и чистота — чистое рабочее место, во время регулярной уборки легче заметить отклонения, дефекты.

Стандартизация — все процессы и правила закрепляют в виде инструкций.

Поддержание и совершенствование — дисциплина и культура постоянных улучшений, работники должны быть вовлечены в процесс и понимать его ценность.

Канбан

Система управления потоком материалов и информации на основе визуальных сигналов, указывающих на необходимость запуска или остановки производства. Некоторые принципы:

Визуализация рабочего потока — представление всего процесса в визуальной форме, чтобы каждый участник мог видеть текущее состояние работы.

Ограничение незавершённого производства (WIP) — установление лимитов на количество задач, которые могут находиться в процессе одновременно.

Синхронизация производственных этапов — канбан помогает синхронизировать этапы и поток материалов, обеспечивая непрерывность процессов.

Кайдзен

Философия непрерывного улучшения всех аспектов бизнеса. В контексте бережливого производства акцент делается на устранении всех видов потерь и оптимизации рабочих процессов. Некоторые принципы:

Вовлечение всех сотрудников — от руководителей до рабочих в процесс улучшения, стимулирование их активно идентифицировать и устранять ненужные действия и задержки в производстве.

Системный подход — все процессы рассматриваются в связке между собой, чтобы быстрее находить проблемы и решать их на всех уровнях.

SMED. Система быстрой переналадки. Фокусируется на минимизации времени, необходимого для переналадки оборудования, что позволяет сократить простои, повысить гибкость производства и увеличить производительность. Принцип работы: операции по переналадке разделяют на внутренние (осуществляемые в момент остановки оборудования) и внешние (осуществляемые в момент работы оборудования). Ключевой момент — перевод максимального числа операций из внутренней категории во внешнюю, превращая долгие переналадки в быстрые и эффективные.

1.3.2 Некоторые стандарты, которые составляют нормативное обеспечение бережливого производства:

ГОСТ Р 56020-2020 «Бережливое производство. Основные положения и словарь». Стандарт устанавливает основные положения бережливого производства и термины с их определениями.

ГОСТ Р 56404 «Бережливое производство. Требования к системам менеджмента». Стандарт разработан на основе накопленного опыта повышения эффективности деятельности с учётом лучшей мировой практики применения бережливого производства.

ГОСТ Р 56405 «Бережливое производство. Процесс сертификации систем менеджмента. Процедура оценки». Стандарт устанавливает единый порядок сертификации систем менеджмента бережливого производства (СМБП) на соответствие требованиям ГОСТ Р 56404.

ГОСТ Р 56406 «Бережливое производство. Аудит. Вопросы для оценки системы менеджмента». Стандарт предназначен для применения в организациях для оценки систем менеджмента бережливого производства.

ГОСТ Р 56407 «Бережливое производство. Основные методы и инструменты». Стандарт приводит описание основных методов и инструментов бережливого производства.

ГОСТ Р 56906-2016 «Бережливое производство. Организация рабочего пространства (5S)». Стандарт разработан для применения в любых организациях, принявших решение повышать эффективность деятельности за счёт применения метода по организации рабочего пространства (5S).

ГОСТ Р 57522-2017 «Бережливое производство. Руководство по интегрированной системе менеджмента качества и бережливого производства». Стандарт устанавливает основные положения и рекомендации по созданию интегрированной системы менеджмента качества и бережливого производства.

ГОСТ Р 57523-2017 «Бережливое производство. Руководство по системе подготовки персонала».

ГОСТ Р 57524-2017 «Бережливое производство. Поток создания ценности».

Приказ Минпромторга РФ №1907 от 20.06.2017 «Об утверждении Рекомендаций по применению принципов бережливого производства в различных отраслях промышленности».

1.3.3 Бережливое производство — это система управления компанией, направленная на максимальное удовлетворение потребностей клиентов при минимальных затратах ресурсов.

Некоторые преимущества внедрения бережливого производства:

Повышение производительности. Концепция позволяет оптимизировать практически все процессы на предприятии и освободить ранее перегруженные мощности для изготовления новой продукции.

Снижение расходов. Компания может сэкономить существенные средства, снизив затраты на логистику, хранение заготовок и производство брака.

Улучшение качества продукции. Постоянное совершенствование процессов и внимание к деталям позволяют повысить привлекательность товара или услуги для конечного потребителя.

Развитие сотрудников. Бережливое производство стимулирует развитие персонала, так как требует от работников самоорганизации и специфических знаний, которые позволят им выполнять работу эффективнее.

Уменьшение отходов. Сокращение потерь и оптимизация процессов приводят к снижению экологического воздействия производства.

Укрепление корпоративной культуры. Сотрудничество, командная работа и постоянное совершенствование способствуют сплочению коллектива и повышению мотивации каждого из сотрудников в отдельности.

2. Инструменты бережливого производства (4 ч)

2.1 Вопросы к занятию

1. Изучение инструментов бережливого производства

2.2. При подготовке к вопросам акцентировать внимание необходимо на следующих вопросах: знакомство с методами реализации инструментов бережливого производства, формирование общего представления о содержании инструментов, условиях их применения.

2.3 Краткое содержание вопросов

2.3.1 Некоторые инструменты и методы бережливого производства:

Анализ и картирование процессов:

Картирование потока создания ценности (VSM). Визуальное представление всех шагов процесса, включая потоки материалов, информации и времени.

Диаграмма Парето. Идентификация наиболее значительных проблем, требующих первоочередного внимания.

Диаграмма Исикавы (рыбья кость). Анализ причинно-следственных связей.

«5 почему?». Метод выявления первопричин проблем.

Управление запасами и потоком:

Канбан. Система управления потоком материалов и информации, основанная на сигналах (карточках).

Тайм-менеджмент (например, Pomodoro). Метод управления временем, повышающий эффективность.

5S. Метод организации рабочего места (сортировка, систематизация, содержание в чистоте, стандартизация, совершенствование).

Улучшение процессов:

Кайдзен (Kaizen). Философия постоянного совершенствования.

DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Методология решения проблем в шести сигмах.

SMED (Single Minute Exchange of Die). Быстрая переналадка оборудования.

Рока-Йоке (защита от ошибок). Предотвращение ошибок на этапе производства.

Измерение и мониторинг:

Графики контроля процессов. Мониторинг ключевых показателей эффективности.

3. Инструменты бережливого производства (14 ч.)

3.1 Вопросы к занятию

1. Определение видов и характера потерь. Диагностика скрытых потерь.
2. Диагностика и оценка эффективности устранения потерь.
3. Правила и порядок внедрения бережливого производства.
4. Формирование «команды процесса»

3.2. При подготовке к вопросам акцентировать внимание необходимо на следующих вопросах: виды потерь их характеристика, диагностика и формы устранения потерь, правила и порядок внедрения бережливого производства, изучить аспекты при формировании команды

3.3 Краткое содержание вопросов

3.3.1 В концепции бережливого производства (Lean) выделяют виды потерь — процессов и действий, которые не добавляют ценности продукту. Цель — выявить и устранить потери, чтобы оптимизировать производственные процессы, улучшить качество продукции и снизить издержки.

Виды потерь

Некоторые виды потерь в бережливом производстве:

Перепроизводство — выпуск продукции в больших объёмах, чем требуется. Это ведёт к лишним затратам на хранение и заморозке капитала.

Ожидание — простои оборудования, задержки в поставках материалов или ожидание выполнения предыдущего этапа производства.

Ненужная транспортировка — лишние перемещения сырья, материалов и готовой продукции без добавления ценности.

Лишние запасы — накопление избыточного количества сырья, полуфабрикатов или готовой продукции, что приводит к высоким затратам на хранение.

Лишняя обработка — выполнение ненужных операций, усложняющих процесс без реального увеличения ценности.

Лишние перемещения — ненужные движения работников или оборудования, затрудняющие выполнение задач.

Дефекты — производственные ошибки, которые требуют переделки или утилизации продукции.

Характер

Потери могут быть первого и второго рода:

Потери первого рода — действия, не создающие ценность, но без которых невозможно обойтись (например, транспортировка, оформление документов). Их невозможно удалить из процесса, но необходимо стремиться сокращать.

Потери второго рода — действия, не создающие ценности вообще, и их можно и нужно исключать из процесса полностью (например, ожидание, запасы, брак).

Диагностика

Для диагностики скрытых потерь в бережливом производстве используют, например:

Построение карты потока создания ценности — схематичное изображение цепочки операций, которые производят продукт. На карте указывают, какие действия добавляют ценность, а какие — нет.

Разработка контрольных листов — помогают выявить причины потерь на каждом этапе процесса. В процессе наблюдений контролёры делают записи, характеризующие особенности выполнения той или иной операции, а также записи, свидетельствующие о возможном наличии потерь.

Анализ перемещений — например, использование диаграммы «спагетти» — графического отображения траектории, которую описывает продукт, двигаясь по потоку создания ценности. Анализ диаграммы позволяет выявить нерациональные перемещения продукции и работников в процессе производства и разработать рекомендации по улучшению потока.

3.3.2 Диагностика и оценка эффективности устранения потерь в организации в рамках концепции бережливого производства (Lean Manufacturing, Lean production) включают анализ текущей системы, выявление потерь и оценку результатов внедрения инструментов для их минимизации. Цель — создать большую ценность для потребителя меньшими усилиями фирмы, устранив ненужные операции, которые не добавляют ценность.

Диагностика

Некоторые методы диагностики потерь в бережливом производстве:

Картирование потока создания ценности. Графическая схема показывает все критические шаги, которые нужно совершить, чтобы произвести товар или предоставить услугу. Для каждого этапа считают потребность в ресурсах и времени.

производительность.

Хронометраж. Анализ временных затрат на выполнение рабочих процессов. Помогает выявить потери времени и оптимизировать операции.

Количественный анализ входов и выходов. Направлен на обнаружение потерь, связанных с перепроизводством, затариванием и дефектами. Определяют, сколько единиц продукции производится и потребляется на каждом этапе процесса.

Диаграмма «спагетти». Графическое отображение траектории, которую описывает продукт, двигаясь по потоку создания ценности. Анализ диаграммы позволяет выявить нерациональные перемещения продукции и работников в процессе производства и разработать рекомендации по улучшению потока.

Оценка эффективности

Некоторые методы оценки эффективности устранения потерь в бережливом производстве:

Сравнение текущего и желаемого состояния. Оценивают достижение целей, задач и показателей системы бережливого производства.

Оценка экономического эффекта от внедрения концепции. Учитывают экономический эффект от минимизации потерь, удовлетворённость и лояльность клиентов, мотивацию и вовлечённость сотрудников.

Документирование оценки. Результаты диагностики и оценки эффективности должны быть задокументированы и представлены всем заинтересованным сторонам.

3.3.3 Внедрение бережливого производства — непрерывный процесс совершенствования. Некоторые этапы:

Проанализировать текущие процессы — найти проблемные зоны, которые мешают эффективной работе предприятия.

Подготовить персонал — разъяснить сотрудникам lean-концепцию и обучить их методам оптимизации процессов.

Упорядочить потоки создания ценности — пересмотреть логистику, устранить лишние перемещения и организовать функциональные рабочие зоны.

Ввести систему непрерывного улучшения — сформировать культуру постоянного совершенствования и стимулировать сотрудников предлагать инновации.

Контролировать и корректировать — регулярно оценивать результаты, адаптировать стратегию и масштабировать успешные решения.

3.3.4 Формирование «команды процесса» — важный этап в обеспечении успешной работы организации. Несколько аспектов, которые нужно учитывать при формировании такой команды:

Определение ролей. Важно чётко обозначить обязанности каждого участника, чтобы избежать дублирования работы и конфликтов. Нужно учитывать индивидуальные компетенции и мотивацию каждого.

Коммуникация и синхронизация. Регулярные встречи и обратная связь помогают поддерживать понимание текущего состояния и решать проблемы вовремя.

Мотивация и вознаграждение. Поощрение и вознаграждение за достижения способствуют улучшению работы и укреплению командного духа.

Разрешение конфликтов. В процессе работы команды неизбежно возникают разногласия. Важно научиться конструктивно разрешать их и находить компромиссы.

Мониторинг и анализ. Регулярный мониторинг и анализ работы команды позволяют выявлять проблемные моменты и предотвращать возможные сбои в процессе.

Постоянное обучение. Команда должна стремиться к постоянному обучению и развитию своих участников.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет среднего профессионального образования

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

СГ.06 Основы бережливого производства

Специальность 35.02.20 Технология производства, первичной
переработки и хранения сельскохозяйственной продукции
Форма обучения очная

Оренбург, 2025 г.

ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие предназначено для выполнения самостоятельных работ по дисциплине «СГ.06 Основы бережливого производства» для студентов специальностей 35.02.20 Технология производства, первичной переработки и хранения сельскохозяйственной продукции. Пособие соответствует требованиям федерального государственного образовательного стандарта СПО и рабочей программы по дисциплине.

Так как самостоятельная работа является обязательным условием организации учебного процесса, то данное пособие призвано способствовать приобретению студентами необходимых умений и навыков при выполнении индивидуальных работ, развитию логического мышления, умению применять полученные знания в профессиональной деятельности.

Учебно-методическое пособие содержит задания для самостоятельных работ и подробные методические указания по их выполнению с разобранными примерами. Также в пособии присутствуют таблицы и формулы, которые помогут студенту решить задания.

В процессе изучения данной дисциплины студент должен выполнить все предлагаемые задания. Номер варианта в каждом из них дается лично преподавателем и соответствует номеру студента в учебном журнале.

Время, выбранное на самостоятельную работу по данной(ым) теме(ам) обосновано: сложностью материала, большим объемом вычислительных действий и преобразований.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Тема 1. «Основные понятия и принципы бережливого производства» (2 ч.)

Цель освоения темы: показать, как оптимизация производственных процессов позволяет поддерживать высокое качество, сокращать сроки изготовления продукции, повышать гибкость и скорость реагирования на изменения.

Задание: изложить материал в форме презентации (доклада) на тему «Современный практический опыт использования принципов бережливого производства (в отрасли, в организации, на предприятии (по выбору))», включающий в себя: представление предприятия как объекта для совершенствования; графическое изображение положения предприятия во внешней среде, графическое изображение трех составляющих бережливого производства, таблица ключевых понятий бережливого производства с примерами, выводы по выполненной работе, список использованных источников.

Вопросы тематики:

1. Ознакомиться основными терминами и ключевыми понятиями современной организации бережливого производства.
2. Детализировать понятие бережливого производства как комплексный подход к оптимизации процессов предприятия.
3. Составить графическое изображение трех составляющих бережливого производства.
5. Ознакомиться с основными принципами бережливого производства. Проанализировать их на основе конкретных примеров.

Тема 2. «Инструменты бережливого производства» (2 ч.)

Цель освоения темы: знакомство с методами реализации концепции бережливого производства, формирование общего представления о содержании методов, условиях их применения.

Задание: изложить материал в форме презентации (доклада) «Инструменты бережливого производства» с подробным анализом возможностей каждого метода, используемых методологических технологий его применения, предприятий применяющих технологию зарубежных и отечественных, выводов, списка использованных источников.

Вопросы тематики:

1. Виды и принципы бережливого производства

2. Характеристика, пример каждого инструмента (TPM, Визуальный менеджмент, Стандартные операционные процессы, «Точно вовремя», Картирование, Встроенное качество, Организация мест 5S, Кайдзен, Канбан.

3. Философия и сферы деятельности Кайдзен.

Тема 3. «Методы анализа проблем и причин возникновения потерь, используемые в бережливом производстве» (2 ч.)

Цель освоения темы: понимать важность глубокого анализа протекающих в организациях процессов; уметь применять на практике методы анализа внутри организационных проблем; использовать визуализацию как источник наглядной и доступной информации о внутриорганизационных проблемах.

Задание: изложить материал в форме доклада «Методы анализа проблем и причин возникновения потерь, используемые в бережливом производстве» с подробным анализом возможностей каждого метода, используемых методологических технологий его применения, списка использованных источников.

Вопросы тематики:

1. «5 Почему» – метод поиска первопричины проблемы.
2. «5W-1H» (метод Киплинга) – метод всестороннего описания проблемной ситуации.
3. Диаграмма «Спагетти»: сущность, назначение, принципы построения.
4. Диаграмма связей – метод установления причинно-следственных связей между факторами, влияющими на проблему.
5. Диаграмма Исикавы («рыбья кость») – причинно-следственная диаграмма. Факторы, подлежащие анализу (человек, окружающая среда, методы, оборудование, материалы).
6. Диаграмма Парето – метод ранжирования выявленных проблем.
7. Диаграмма Ямадзуми – диаграмма балансировки загрузки сотрудников