ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 22400-2— 2019

Системы промышленной автоматизации и интеграция

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ (KPIs) ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ

Часть 2

Определения и описания

(ISO 22400-2:2014, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН ООО «НИИ экономики связи и информатики «Интерэкомс» (ООО «НИИ «Интерэкомс») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 100 «Стратегический и инновационный менеджмент»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 сентября 2019 г. № 716-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 22400-2:2014 «Системы промышленной автоматизации и интеграция. Ключевые технико-экономические показатели (KPIs) для управления производственными операциями. Часть 2. Определения и описания» (ISO 22400-2:2014 «Automation systems and integration — Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management — Part 2: Definitions and descriptions», IDT)

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО 22400-2—2016

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2014 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Термины и определения 1
3 Сокращения 2
4 Структура описания KPI-показателя 3
5 Элементы, используемые в описании KPI-показателей 4
5.1 Временные элементы 4
5.2 Временная модель рабочих операций 6
5.3 Временная модель производственного заказа 7
5.4 Временная модель персонала 8
5.5 Логистические элементы 8
5.6 Элементы качества 9
5.7 Элементы качества 10
5.8 Элементы энергопотребления 10
6 Описание KPI-показателей 12
7 Соответствие требованиям 37
Приложение А (справочное) Модели действия 38
Приложение В (справочное) Альтернативный расчет OEE-показателя, основанный на модели временных затрат 62
Библиография 65

Введение

В настоящем стандарте основное внимание уделено ключевым технико-экономическим показателям (KPIs) для управления производственными (технологическими) операциями.

KPI-показатели определяются как поддающиеся количественной оценке стратегические результаты измерений, характеризующие наиболее важные факторы успешной деятельности предприятия, которые очень важны для понимания и совершенствования производственных показателей как с точки зрения перспектив создания бережливого производства при переработке отходов, так и для достижения стратегических корпоративных целей.

Термин «управление производственными (технологическими) операциями» (MOM) используется в МЭК 62264 для определения части функциональной иерархической модели производственного предприятия. На рисунке 1 показаны различные уровни функциональной иерархической модели, а именно — бизнес-планирование и логистика (Уровень 4), выполнение производственных операций и контроля (Уровень 3), периодическое (управление партиями), непрерывное или дискретное управление (Уровень 1-2). На этих уровнях обеспечивается выполнение функций и работ в различные интервалы времени.



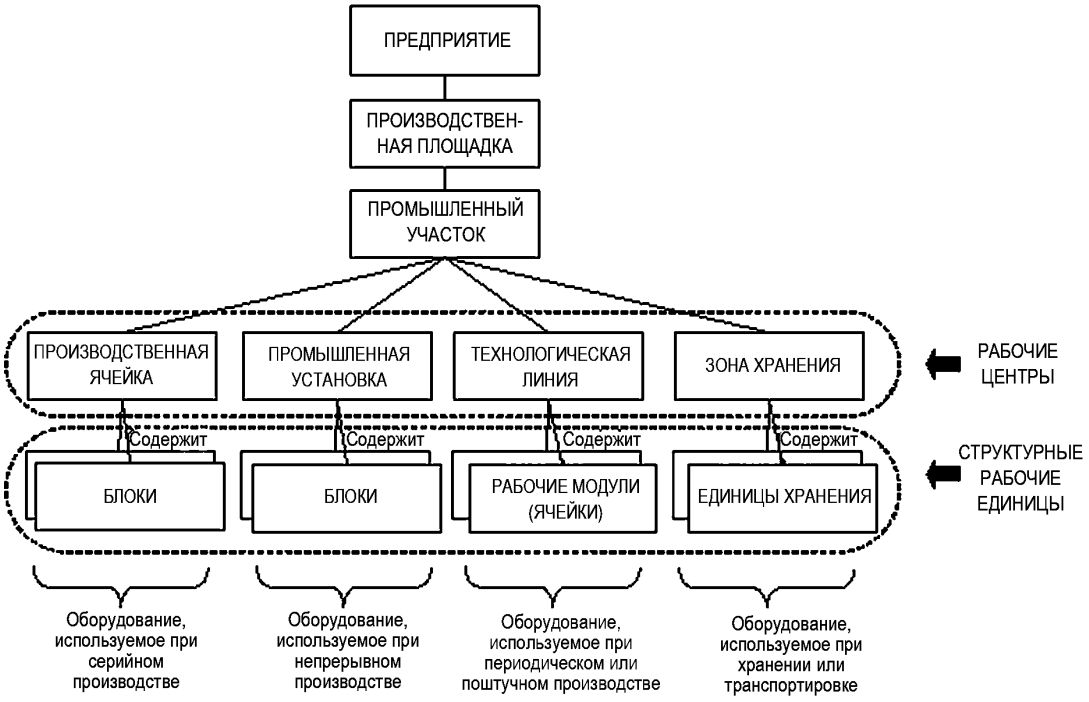
Примечание — Заимствовано из МЭК 62264-3.

Рисунок 1 — Функциональная иерархия

В МЭК 62264 также определена иерархическая структура оборудования (см. рисунок 2). Предприятие, производственная площадка или производственный участок — это общие термины, также используются и такие специальные термины, как рабочий центр и рабочая операция, которые применимы к серийному, непрерывному, поштучному или периодическому производству, а также — к хранению и транспортировке материалов и оборудования.

Настоящий стандарт определяет KPI-показатели, находящиеся на Уровне 3, т. е. на уровне, связанном с MOM-управлением, и формируемые/рассчитываемые на этом уровне. Некоторые из этих KPI-показателей распространяются и в дальнейшем используются на Уровне 4. Для формирования этих KPI-показателей могут понадобиться показатели Уровней 2 и 1.

KPI-показатели, установленные в настоящем стандарте, используют самые общие термины (например, рабочие центры и рабочие операции), а не специализированные отраслевые термины.



Примечание — Заимствовано из МЭК 62264-3.

Рисунок 2 — Иерархия оборудования, основанная на ролевом принципе

Системы MOM-управления, которые иногда называют «системами (оперативного) управления производством» (MES), моделируют четыре основные категории производственного управления:

- управление производственными операциями;
- управление операциями технического обслуживания;
- управление качеством;
- управление операциями с товарно-материальными запасами.

Модель производственной деятельности характеризуется восемью видами деятельности:

- детальное календарное планирование;
- диспетчеризация производства;
- управление выполнением;
- управление ресурсами;
- управление проектированием изделия;
- сопровождение (отслеживание);
- сбор данных;
- анализ.

Эти виды работ относятся к производственным операциям, операциям обеспечения качества, операциям с товарно-материальными запасами и операциям по техническому обслуживанию.

Анализ сводится к выполнению расчетов KPI-показателей с использованием информации, получаемой в рамках других видов деятельности. Последовательности выполняемых действий (технологический поток) можно использовать для иллюстрации наиболее важных событий и этапов, необходимых для расчета KPI-показателей.

Сами по себе KPI-показатели не являются достаточными факторами для выполнения необходимых операций управления и исполнения работ на предприятии. Для многих из этих показателей определяются пороговые значения, специфичные для конкретной компании, выход за которые должен инициировать определенные меры (например, по повышению эффективности и качества производства). Часто необходимо определять пределы для выполнения определенных действий и выдачи предупреж-

дений; последние способствуют выявлению трендов процессов и замене оборудования еще до момента нарушения специфичных пороговых значений.

Для увеличения эффективности использования производственных ресурсов может оказаться полезной информация относительно процессов, оборудования, операторов и материалов, с целью обеспечения эффективной обратной связи с помощью KPI-показателей.

Стандартизованная схема для выражения этих показателей предназначена для:

a) облегчения определения спецификаций и требований к материально-техническому снабжению интегрированных систем, в частности, требований к интероперабельности MES-приложений;

b) предоставления инструментов для классификации средств повышения производительности, которые можно использовать между приложениями.

ИСО 22400 содержит обзор концепций, терминов и методов для описания и обмена KPI-показателями в целях управления производственными операциями. Потребителями этой информации являются руководители предприятий, ответственные за принятие решений, поставщики программного обеспечения, разрабатывающие KPI-показатели для управления предприятием, инженеры, занимающиеся планированием процессов производства, специалисты по планированию и разработчики производственных систем, а также поставщики оборудования и различных установок.

KPI-показатели, связанные с бизнес-планированием и логистикой, находящиеся на Уровне 4, в настоящем стандарте не рассматриваются. KPI-показатели на Уровне 4 часто связаны с экономическими, хозяйственными, логистическими и финансовыми факторами и используются для оценки развития и степени соответствия с наиболее важными целями и факторами успеха компании. Экономические KPI-показатели служат основой для принятия решений (идентификации проблем, представления и извлечения информации), для экономического контроля (сравнения целевых/фактических значений), для финансовой отчетности и координации (динамического управления) наиболее важной информации и взаимосвязей в компании.

KPI-показатели энергетического менеджмента в рамках MOM-управления соответствуют указанным в ИСО 50001 и ИСО 20140, и дополняют MOM-показатели с точки зрения энергопотребления. KPI-показатели энергетического менеджмента предназначены для непосредственной оценки энергопотребления, приходящегося на одно производственное подразделение, на один заказ или на каждую единицу произведенной продукции. Рисунок 3 иллюстрирует подход и цель определения энергопотребления.

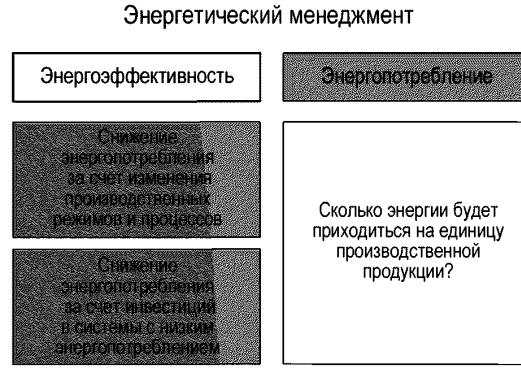


Рисунок 3 — Подход и цель определения энергопотребления

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Системы промышленной автоматизации и интеграция

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ (KPIs) ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ

Часть 2

Определения и описания

Automation systems and integration. Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management. Part 2. Definitions and descriptions

Дата введения — 2020—01—01

1 Область применения

В комплексе стандартов ИСО 22400 определены ключевые технико-экономические показатели (KPI-показатели), используемые для управления производственными (технологическими) операциями/процессами (МОМ).

В настоящем стандарте определены KPI-показатели, применяемые в современной практике и представленные с помощью формул и соответствующих элементов, описания динамики (характера изменений во времени), единиц измерений/величин и других характеристик. В настоящем стандарте также указаны группы пользователей, которые должны использовать данные KPI-показатели, а также методологию производства, которой они соответствуют.

С учетом аспектов рассматриваемого оборудования, KPI-показатели в настоящем стандарте связаны с рабочими единицами (составными элементами работы) согласно МЭК 62264.

2 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

2.1 **отсчетное время (эталонное время)** (reference time): Временной график, используемый во временных моделях, который соответствует максимальному плановому интервалу времени, доступному для производства и выполнения работ по техническому обслуживанию.

Пример — Календарный день из 24 ч; неделя.

2.2 **плановое время** (planned time): Плановая продолжительность определенного временного периода.

Пример — Запланированная продолжительность работы или состояние ресурсов согласно плану.

2.3 **фактическое время** (actual time): Реализованная продолжительность определенного временного периода.

Пример — Фактическая продолжительность операции или состояния ресурсов.

Примечание — Фактическое время может быть меньше, больше или равно соответствующему плановому времени.

2.4 **временная модель** (time model): Разделение отсчетного времени.

2.5 **прямое энергопотребление** (direct energy consumption): Энергия, потребляемая производственным подразделением на протяжении всего времени, фактически затраченного на выполнение работ.

Издание официальное

Примечание 1 — Концепция «прямого энергопотребления», использованная в ИСО 20140-1, относится к энергии, непосредственно потребляемой производственным подразделением при выполнении им рабочих операций (как это определено в ИСО 20140-1, 3.4). ИСО 20140 позволяет с помощью KPI-показателей оценивать эффективность использования энергии со степенью детализации, которая будет способна учитывать энергопотребление, приходящееся на единицу используемого в производственном подразделении оборудования. Степень детализации в настоящем стандарте не позволяет уточнять подобный вид энергопотребления. Различия в степени детализации KPI-показателей и области применения между ИСО 22400 и ИСО 20140 приводят к различным, хотя и не противоречивым интерпретациям термина «прямое энергопотребление» в этих стандартах.

Примечание 2 — Если к производственному участку предъявляются те же требования, что и к производственному подразделению, то этот участок можно считать производственным подразделением.

Примечание 3 — Атрибут «прямое» используется для обеспечения соответствия с концепцией прямых затрат.

3 Сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

ADEC — фактическое прямое энергопотребление (Actual direct energy consumption);

ADET — фактическое время задержки процесса (Actual unit delay time);

ADOT — фактическое время простоя (Actual unit downtime);

AOET — фактическое время выполнения заказа (Actual order execution time);

APAT — фактическое время нахождения персонала на рабочем месте (Actual personnel attendance time);

APT — фактическое время производства (Actual production time);

APWT — фактическое время работы персонала (Actual personnel work time);

AQT — фактическое время ожидания очереди (Actual queuing time);

AUST — фактическое время подготовки к заказу (Actual unit setup time);

ATT — фактическое время транспортировки (Actual transport time);

AUBT — фактическое время занятости персонала (Actual unit busy time);

AUPT — фактическое время изготовления продукции (Actual unit processing time);

CI — запасы расходных материалов (Consumables inventory);

Cm — индекс воспроизводимости оборудования (Machine capability index);

CM — расходные материалы (Consumed material);

Cmk — критический индекс воспроизводимости оборудования (Critical machine capability index);

CMT — время (продолжительность) внепланового технического обслуживания (Corrective maintenance time);

Cp — индекс воспроизводимости процесса (Process capability index);

Cpk — критический индекс воспроизводимости процесса (Critical process capability index);

EPC — производственная мощность оборудования (Equipment production capacity);

FE — случай (событие) отказа (Failure event);

FGI — запасы готовой продукции (Finished goods inventory);

GP — доля доброкачественной продукции (Good part);

GQ — объем доброкачественной продукции (Good quantity);

IGQ — суммарный объем продукции (Integrated good quantity);

IP — доля проверенной продукции (Inspected part);

LSL — нижний установленный предел (Lower specification limit);

LT — время (продолжительность) загрузки оборудования (Loading time);

MOM — управление производственными операциями (Manufacturing operations management);

NEE — индекс чистой эффективности работы оборудования (Net overall equipment effectiveness index);

NOT — чистое рабочее время (Net Operating time);

OC — кластер управления (Operation cluster);

OEE — коэффициент общей эффективности использования оборудования (Overall equipment effectiveness);

OL — прочие потери (Other loss);

OPT — время работы оборудования (Operating time);

PBT — плановое время занятости персонала (Planned busy time);

PDEI — плановое прямое энергопотребление, приходящееся на единицу произведенной продукции (Planned direct energy consumption per item);

PL — производственные потери (Production loss);

PMT — время (продолжительность) профилактического технического обслуживания (Preventive maintenance time);

PO — производственный заказ (Production order);

POET — плановое время выполнения заказа (Planned order execution time);

POQ — плановый объем заказа (Planned order quantity);

POS — последовательность этапов выполнения производственного заказа (Production order sequence);

POT — плановое время работы (Planned operation time);

PQ — объем произведенной продукции (Produced quantity);

PRI — плановое время работы за единицу продукции (Planned run time per item);

PSQ — плановый объем брака (Planned scrap quantity);

PUST — плановое время подготовки производства (Planned unit setup time);

RMI — запасы сырья (Raw material inventory);

RQ — объем продукции, подлежащей доработке (Rework quantity);

SQ — объем брака (Scrap quantity);

STL — потери при хранении и транспортировке (Storage and transportation loss);

TBF — время наработки между отказами (Operating time between failure);

TTF — время наработки на отказ (Time to failure);

TTR — время наработки до ремонта (Time to repair);

USL — верхний установленный предел (Upper specification limit);

WG — рабочая группа (Working group);

WIP — незавершенное производство (Work in process inventory);

WOP — производственный процесс (Work process);

WP — рабочий центр (Work place);

σ — стандартное отклонение (Standard deviation);

$\bar{x}$ — среднее арифметическое значение (Arithmetic average);

$\bar{\bar{x}}$ — среднее из средних значений (Average of average values);

$\hat{\sigma}$ — оценка отклонения (Estimated deviation);

σ^2 — дисперсия (Variance).

4 Структура описания KPI-показателя

Спецификации KPI-показателей выражают с использованием структуры, представленной в таблице 1, которая соответствует ИСО 22400-1 и содержит описательные элементы KPI-показателей в левом столбце, и описание каждого элемента — в правом столбце.

Таблица 1 — Структура описания KPI-показателя

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Имя	Наименование KPI-показателя
Идентификатор (ID)	Задаваемый пользователем уникальный идентификатор KPI-показателя в среде пользователя
Описание	Краткое описание KPI-показателя
Область применения	Идентификатор элемента, к которому относится KPI-показатель, например, единица измерения объема работ, рабочий центр, порядок работ, продукт или персонал
Расчетная формула	Математическая формула для расчета KPI-показателя с использованием его элементов
Единица измерений	Основная единица измерений или размерность KPI-показателя

Окончание таблицы 1

Диапазон	Верхний и нижний логические пределы KPI-показателя
Тренд	Информация о направлении улучшения (изменения), т. е. информация, определяющая тот факт, что чем больше показатель, тем лучше, или наоборот — чем меньше показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	KPI-показатель можно рассчитывать: в режиме реального времени — после каждой новой операции сбора данных, по требованию — после получения запроса на выбор определенных данных, периодически — с заданными интервалами, например, раз в сутки
Получатели информации	Получатели информации — это группы пользователей, обычно использующие данный KPI-показатель, к которым в настоящем стандарте относятся: операторы — персонал, ответственный за непосредственную эксплуатацию оборудования; руководители нижнего звена — персонал, ответственный за руководство деятельностью операторов; руководящий состав среднего и высшего звена — персонал, ответственный за общее руководство предприятием (производством)
Способ (методология) производства	Способ производства, для которого обычно применяют KPI-показатель: - поштучного; - серийного; - непрерывного
Диаграмма модели действия (воздействия)	Графическое представление зависимостей элементов, входящих в состав KPI-показателей, которое можно использовать для подробного анализа и выяснения источников значений этих элементов. Примечание — Данная диаграмма предназначена для оперативного анализа с целью быстрого повышения эффективности корректирующих мер и соответствующего снижения погрешностей.
Примечание — Могут содержать дополнительную информацию, связанную с KPI-показателем. Типичными примерами являются: - ограничения; - случаи применения; - прочая информация.	

5 Элементы, используемые в описании KPI-показателей

5.1 Временные элементы

5.1.1 Условные обозначения

Во временной модели, представленной в настоящем стандарте, для выполнения и завершения производственных заказов с помощью набора производственных ресурсов, (например, производственного персонала, оборудования и материалов), выполняют одну или несколько работ.

Примечание 1 — Поскольку на многих непрерывных производствах (например, при нефтепереработке и других видах нефтехимического производства) производительность установок определяют за произвольный период времени (например, за день или смену), а не за промежуток времени, определенный в производственном заказе, KPI-показатели получают с использованием временной модели для данного заказа, но скорректированной для конкретной отрасли промышленности.

Примечание 2 — Аббревиатуры идентификаторов элементов, приводимые в круглых скобках в данном разделе, используют при расчетах KPI-показателей в разделе 6.

Примечание 3 — Определения элементов, используемых для технического обслуживания, заимствованы из МЭК 60050-191.

Примечание 4 — Термин «время» в спецификации на элементы относится к продолжительности временного интервала.

5.1.2 Элементы «Плановые сроки»

5.1.2.1 «Плановое время выполнения заказа» (POET)

Плановое время выполнения заказа — это плановое время, необходимое для выполнения конкретного заказа.

Примечание — Данный элемент часто рассчитывают путем умножения планового времени работы, приходящегося на единицу продукции, на объем заказа плюс плановое время на подготовительные работы.

5.1.2.2 «Плановое время работы» (POT)

Плановое время работы — это время, которое необходимо для выполнения рабочей операции. Время работы — это запланированное время.

5.1.2.3 «Плановое время подготовительных работ» (PUST)

Плановое время подготовительных работ — это время, которое необходимо запланировать для подготовки рабочих операций с целью выполнения заказа.

5.1.2.4 «Плановое время занятости персонала» (PBT)

Плановое время занятости персонала равно плановому времени работы, за вычетом запланированного времени простоя.

Примечание — Запланированное время простоя можно использовать для выполнения плановых работ по техническому обслуживанию и детального планирования рабочей операции для ожидаемых производственных заказов.

5.1.2.5 «Плановое время работы на единицу продукции» (PRI)

Плановое время работы, приходящееся на единицу продукции — это время, запланированное на производство одной единицы продукции.

5.1.3 Элементы «Фактические сроки»

5.1.3.1 «Фактическое время работы персонала» (APWT)

Фактическое время работы персонала — это время, необходимое работнику для выполнения производственного заказа.

5.1.3.2 «Фактическое время изготовления продукции» (AUPT)

Фактическое время изготовления продукции — это время, необходимое для подготовки к работе и производства.

5.1.3.3 «Фактическое время занятости персонала» (AUBT)

Фактическое время занятости персонала — это время, необходимое для выполнения рабочей операции в рамках производственного заказа.

5.1.3.4 «Фактическое время выполнения заказа» (AOET)

Фактическое время выполнения заказа равно разности по времени между началом и окончанием работ по производственному заказу и включает в себя фактическое время занятости, фактическое время транспортировки и фактическое время ожидания очереди.

5.1.3.5 «Фактическое время нахождения персонала на рабочем месте» (APAT)

Фактическое время нахождения персонала на рабочем месте — это время, которое работник способен работать над производственными заказами. Оно не включает в себя фактическое время на установленные перерывы в работе (например, на обед) и равно разности между началом и окончанием работ, за вычетом перерывов.

5.1.3.6 «Фактическое время производства» (APT)

Фактическое время производства — это время, в течение которого выполняют рабочую операцию и которое включает в себя только функции, дающие добавленную стоимость.

5.1.3.7 «Фактическое время ожидания в очереди» (AQT)

Фактическое время ожидания в очереди — это время, в течение которого материалы либо транспортируются, либо проходят через производственный процесс, т. е. когда материал ожидает начала этого процесса.

5.1.3.8 «Фактическое время простоя» (ADOT)

Фактическое время простоя — это время, когда рабочая операция не выполняется в рамках производственного заказа, хотя она доступна.

5.1.3.9 «Фактическое время задержки процесса» (ADET)

Фактическое время задержки процесса — это время, которое связано с перерывами на устранение неисправностей, незначительными остановками и другими незапланированными временными интервалами, которые происходят до завершения задач и приводят к нежелательному увеличению времени изготовления продукции по заказу.

5.1.3.10 «Фактическое время подготовки к заказу» (AUST)

Фактическое время подготовки к заказу — это время, затрачиваемое на подготовку к заказу на выполнение рабочих операций.

5.1.3.11 «Фактическое время транспортировки» (ATT)

Фактическое время транспортировки — это время, которое необходимо для транспортировки изделий между рабочими операциями.

5.1.3.12 «Фактическое время изготовления продукции» (AUPT)

Фактическое время изготовления продукции равно фактическому времени производства плюс фактическое время подготовки к заказу.

5.1.3.13 «Фактическое время занятости персонала» (AUBT)

Фактическое время занятости персонала — это время, равное фактическому времени изготовления продукции плюс фактическому времени задержки процесса.

5.1.3.14 «Фактическое время выполнения заказа» (AOET)

Фактическое время выполнения заказа — это время от начала заказа до момента завершения заказа.

5.1.4 Элементы продолжительности технического обслуживания

5.1.4.1 «Время наработки на отказ» (TBF)

Время наработки на отказ — это фактическое время занятости персонала (AUBT) между двумя последовательными отказами при выполнении рабочей операции, включая время на подготовку к заказу, время производства и время на ремонт, связанного с обрабатываемыми заказами, исключая времена задержки.

5.1.4.2 «Время на ремонт» (TTR)

Время на ремонт — это фактическое время, в течение которого рабочая операция не может выполняться из-за неисправности.

5.1.4.3 «Время наработки на отказ» (TTF)

Время наработки на отказ равно времени безотказной работы за вычетом времени на ремонт.

5.1.4.4 «Число случаев отказа» (FE)

Характеризует число случаев отказа, зарегистрированное в течение определенного интервала времени и ограничивающего возможность выполнения требуемой рабочей операции.

5.1.4.5 «Время на внеплановое техническое обслуживание» (CMT)

Время на внеплановое техническое обслуживание — это часть времени на техническое обслуживание, в течение которого это обслуживание осуществляется в рабочем подразделении, в том числе при технических и логистических задержках, присущих внеплановому техническому обслуживанию (МЭК 60050-191).

5.1.4.6 «Время на профилактическое техническое обслуживание» (PMT)

Время на профилактическое техническое обслуживание — это часть времени на техническое обслуживание, в течение которого осуществляются профилактические работы в рабочем подразделении, в том числе при технических и логистических задержках, присущих профилактическому техническому обслуживанию (МЭК 60050-191).

5.2 Временная модель рабочих операций

Настоящая временная модель применима к временным оценкам для их использования совместно с рабочими операциями (составными элементами работы). На рисунке 4 показана взаимосвязь между конкретными временными периодами, а также различия между временными элементами, которые характеризуют потери рабочего времени.

Примечание — В приложении В приведена временная модель рабочих операций (с разбиением на несколько временных периодов), для которых с помощью этой модели (отличающейся от описанной в разделе 6) формируются KPI-показатели (например, OEE-показатель).

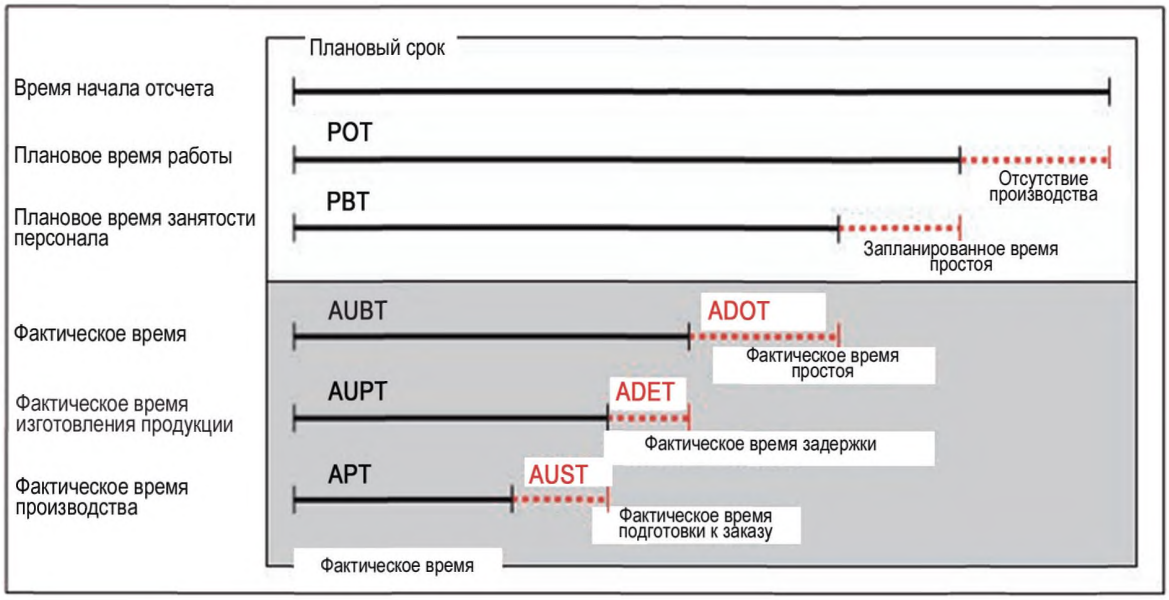


Рисунок 4 — Временные диаграммы рабочих операций

5.3 Временная модель производственного заказа

Настоящая временная модель используется для выполнения производственного заказа. На рисунке 5 приведен график выполнения производственного заказа, состоящий из нескольких графиков рабочего оборудования (рисунок 4). Графики выполнения составных рабочих единиц в рамках производственного заказа могут реализовываться в виде отдельных операций нескольких рабочих единиц.

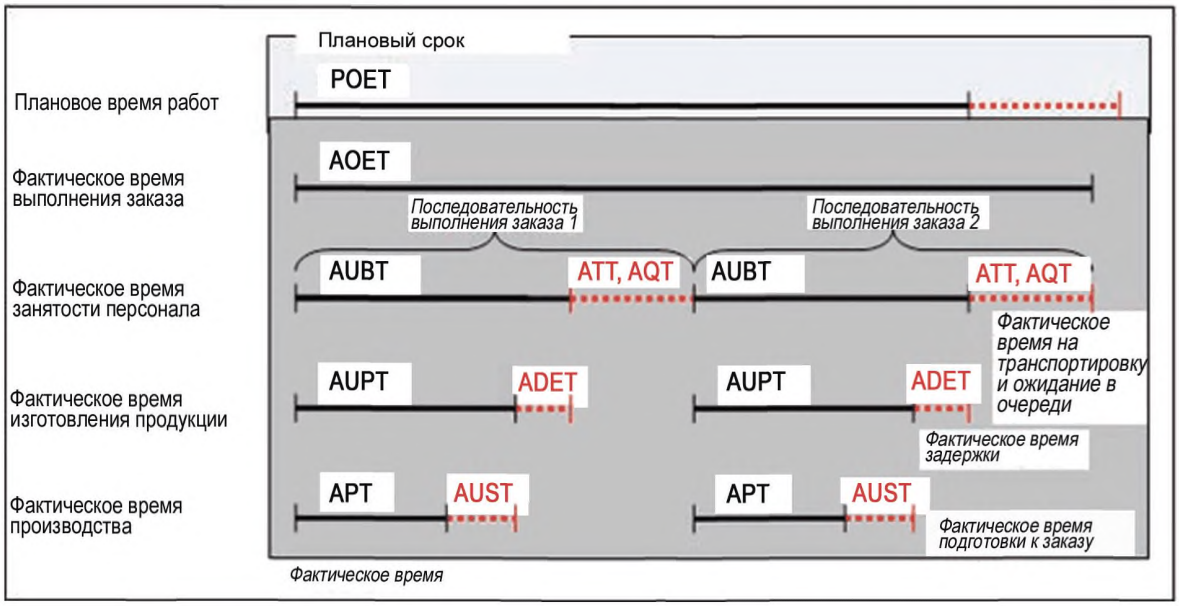


Рисунок 5 — Временные диаграммы работ по производственному заказу

5.4 Временная модель персонала

Настоящая временная модель относится к временным оценкам работы персонала.

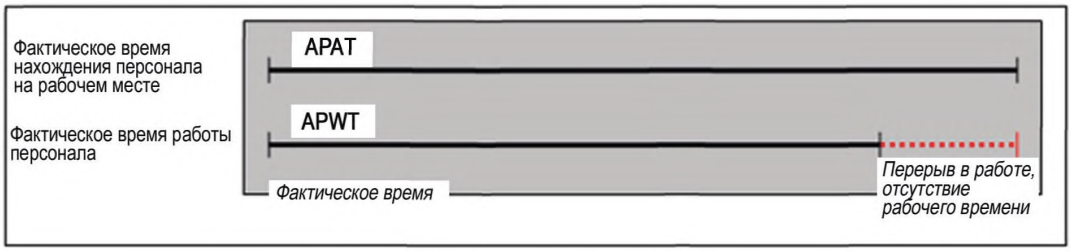


Рисунок 6 — Временные диаграммы персонала

5.5 Логистические элементы

5.5.1 «Плановый объем заказа» (POQ)

Плановый объем заказа — это запланированное в заказе количество продукции (объем партии, количество продукции в заказе).

5.5.2 «Объем брака» (SQ)

Объем брака — это объем изготовленной продукции, которая не соответствует требованиям качества и должна быть либо забракована, либо переработана.

5.5.3 «Плановый объем брака» (PSQ)

Плановый объем брака — это количество связанного с процессом производства брака, которое прогнозируется при изготовлении продукции (например, на фазах пуска или вывода производственных систем на рабочий режим).

5.5.4 «Объем доброкачественной продукции» (GQ)

Объем доброкачественной продукции — это количество изготовленной продукции, которая соответствует требованиям качества.

5.5.5 «Объем продукции, подлежащей доработке» (RQ)

Объем продукции, подлежащей доработке — это количество продукции, которая не соответствует требованиям качества, но которая может им соответствовать после проведения соответствующей доработки.

5.5.6 «Объем произведенной продукции» (PQ)

Объем произведенной продукции — это объем продукции, который производит рабочее подразделение в соответствии с производственным заказом.

5.5.7 «Исходные материалы» (RM)

Исходные материалы (сырье) — это сырьевые материалы, которые преобразуются в готовую продукцию в процессе производства.

5.5.8 «Запасы сырья» (RMI)

Запасы сырья — это запасы исходных материалов, которые преобразуются в полуфабрикаты или готовую продукцию в процессе производства.

5.5.9 «Запасы готовой продукции» (FGI)

Запасы готовой продукции — это количество принятой (готовой) продукции соответствующего качества, которая уже может поставляться.

5.5.10 «Запасы расходных материалов» (CI)

Запасы расходных материалов — это необходимое количество материалов, которые в процессе производства изменяются по качеству или количеству и которые после этого становятся непригодными для дальнейшего применения в производстве.

Пример — Топливо.

Примечание — Расходные материалы подробно рассмотрены в МЭК 62264-1.

5.5.11 «Расходные материалы» (CM)

Расходные материалы — это суммарный объем материалов, потребляемых в производственном процессе.

Примечание — В перерабатывающей промышленности (например, в нефтеперерабатывающей и химической) объем расходных материалов при расчетах соответствующих KPI-показателей обычно приводится в знаменателе формулы. В некоторых производственных процессах вводимых материалов (на входе процесса) может быть меньше, чем выводимых (на выходе процесса). В процессе производства могут происходить химические и физические изменения материалов, а выход продукции — колебаться и быть нестабильным, поэтому ее трудно заранее точно рассчитать и измерить.

5.5.12 «Суммарный объем продукции» (IGQ)

Суммарный объем продукции — это общее количество продукции, производимой в процессе выпуска нескольких продуктов, которое используется при расчетах KPI-показателя вместо элемента GQ.

Пример — Если качество продукции не достигает наиболее высокого уровня «А», то ее можно продавать как продукцию с более низким уровнем качества «В». При этом если соотношение продукции Уровня «В» растет, то соотношение продукции относительно Уровня «А» снижается. Таким образом, KPI-показатели рассчитывают с учетом всех связанных продуктов, например, продуктов Уровней «А» и «В».

Примечание — Поскольку показатель IGQ характеризует объем всех продуктов, используемых в процессе производства, то все продукты необходимо измерять в одних и тех же единицах (или же преобразовывать в одни и те же единицы измерений). Для унификации режимов измерений различных продуктов можно использовать перечень коэффициентов преобразования.

5.5.13 «Производственные потери» (PL)

Производственные потери — это объем потерь, возникающих в процессе производства и рассчитываемый как разность между вводимыми (входными) и выводимыми (выходными) ресурсами.

Примечание — Данный элемент используют для серийного и непрерывного производства.

5.5.14 «Потери при хранении и транспортировке» (STL)

Потери при хранении и транспортировке — это объем потерь, возникающих в процессе хранения и транспортировки, например потери запасов при их расчетах или потери материалов при их перемещении из одного места в другое.

Примечание — Данный элемент используют для серийного и непрерывного производства.

5.5.15 «Прочие потери» (OL)

Прочие потери — это объем потерь, обусловленных чрезвычайными ситуациями, например, стихийными бедствиями.

Примечание — Этот элемент используют для серийного и непрерывного производства.

5.5.16 «Производственная мощность оборудования» (EPC)

Производственная мощность оборудования — это максимально возможный объем производства, который обеспечивает производственное оборудование.

Примечание — Этот элемент используют для серийного и непрерывного производства.

5.6 Элементы качества

5.6.1 «Доля доброкачественных изделий» (GP)

Доля доброкачественных изделий относится к объему индивидуальных идентифицируемых изделий, например, путем их объединения в технологические группы (с присвоением серийных номеров) и соответствующих требованиям качества.

Примечание — При поштучном производстве изделие обычно представляет собой единичный изготавливаемый элемент, а при серийном производстве этот элемент относится к определенной партии.

5.6.2 «Доля проверенных изделий» (IP)

Доля проверенных изделий относится к объему индивидуальных идентифицируемых изделий, например, путем их объединения в технологические группы (с присвоением серийных номеров) и выдержавших испытания на соответствие требованиям качества.

Примечание — При поштучном производстве изделие обычно представляет собой единичный изготавливаемый элемент, а при серийном производстве этот элемент относится к определенной партии.

5.6.3 «Верхний установленный предел» (USL)

Верхний установленный предел — это значение, ниже которого рабочие характеристики продукции или процесса будут считаться приемлемыми. Он характеризует максимально допустимое значение параметра.

5.6.4 «Нижний установленный предел» (LSL)

Нижний установленный предел — это значение, выше которого рабочие характеристики продукции или процесса будут считаться приемлемыми. Он характеризует минимально допустимое значение параметра.

5.7 Элементы качества

5.7.1 «Среднее арифметическое значение» ($\bar{x}$)

Если в серии из n-измерений каждое измеренное значение $x_1,...,x_i,...,x_n$ измерялось независимо и при неизменных условиях, то значение $\bar{x}$ («x с черточкой») будет представлять собой среднее арифметическое значение для этих n-отдельных значений.

5.7.2 «Среднее из средних значений» ($\bar{\bar{x}}$)

Значение $\bar{\bar{x}}$ рассчитывают путем усреднения отдельных средних значений ($\bar{x}$).

5.7.3 «Оценка стандартного отклонения» ($\hat{\sigma}$)

Оценку стандартного отклонения рассчитывают по усредненному значению стандартного отклонения для последовательности отсчетов (выборок), с постоянным выборочным контролем их размера, умноженному на коэффициент достоверности, который зависит от размера выборочного контроля стандартных отклонений.

5.7.4 «Стандартное отклонение» (σ)

Стандартное отклонение — это мера разброса измеренных значений относительно их среднего значения, определяемая как корень квадратный из дисперсии.

5.7.5 «Дисперсия» (σ^2)

Дисперсия — это мера, характеризующая степень разброса измеренного значения (характеристики) и рассчитываемая как отклонения измеренных значений от среднего значения, возведенные в квадрат, с последующим суммированием и делением суммы на число измеренных значений.

5.8 Элементы энергопотребления

5.8.1 Фактическое прямое энергопотребление (ADEC)

Фактическое прямое энергопотребление — это напрямую измеренное потребление энергии, приходящееся на одно производственное подразделение и на единицу времени, фактически затраченного на выполнение работы в нем.

5.8.2 Плановое прямое энергопотребление, приходящееся на единицу произведенной продукции (PDEI)

Плановым прямым энергопотреблением должно считаться среднее плановое энергопотребление, необходимое для производства единицы продукции.

Примечание — Этот показатель аналогичен плановому времени производства единицы продукции.

5.8.3 Период времени

Период времени — это время, в течение которого производственное подразделение находится в определенном состоянии. При каждом изменении состояния всегда начинается отсчет нового периода времени.

5.8.4 Основные типы энергии

5.8.4.1 Пересчет на унифицированную энергетическую единицу

Измерения энергии обычно проводят в различных единицах энергии и поэтому их необходимо преобразовывать в промышленные стандартные единицы, а именно — в кВт · ч (см. рисунок 7), с целью правильного суммирования энергии, выраженной в различных единицах, и расчета прямого энергопотребления, для чего следует определить коэффициенты пересчета между различными типами энергии.

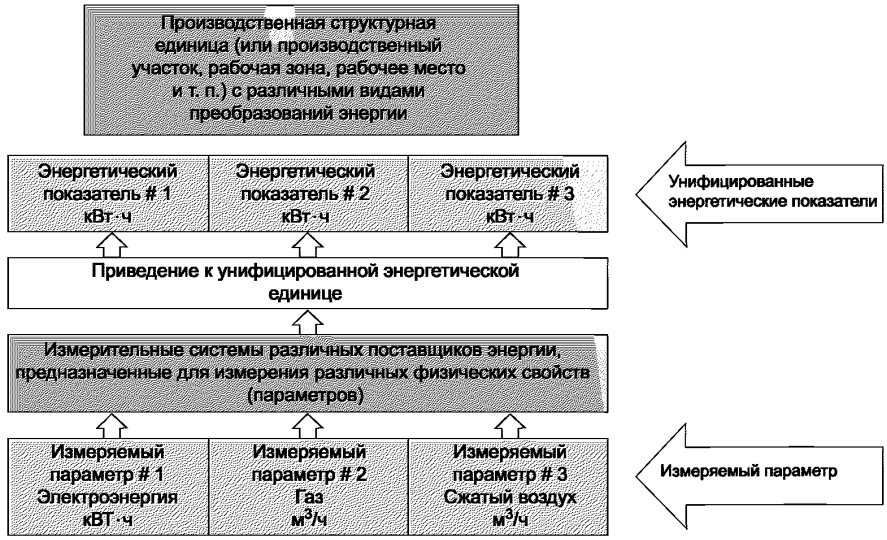


Рисунок 7 — Преобразование измеренных параметров в энергетические единицы

5.8.4.2 Коэффициенты пересчета

5.8.4.2.1 Коэффициенты пересчета, предоставляемые поставщиками энергоресурсов

Коэффициенты пересчета между различными типами энергии обычно получают непосредственно от поставщиков энергоресурсов, причем эти пересчеты приводят к погрешности измерений из различных источников энергии, которые следует понимать и учитывать в расчетах.

Пример —

Природный газ	***10 кВт · ч/м^3***	***12,66 кВт · ч/кг***
Газойль	***9,93 кВт · ч/л***	***11,68 кВт · ч/кг***
Бункерное топливо	***10,27 кВт · ч/л***	***11,17 кВт · ч/кг***
Каменный уголь		***примерно 8,14 кВт · ч/кг***
Бурый уголь		***примерно 5,35 кВт · ч/кг***

5.8.4.2.2 Коэффициенты пересчета, требующие вычислений

Некоторые коэффициенты пересчета могут не быть константами, которые можно найти в таблицах физических свойств, но их, возможно, нужно будет рассчитывать индивидуально. Например, коэффициенты пересчета необходимо вычислять индивидуально для сжатого воздуха, пара и воды.

Пример 1 —

Измеренное энергопотребление при выработке сжатого воздуха необходимо распределить по всем фактически измеренным объемам потребляемого сжатого воздуха в задействованных производственных подразделениях. Вычисленный коэффициент пересчета используется для пересчета по типам энергии, измеренной на соответствующем производственном подразделении, на унифицированную единицу энергии (кВт · ч).

Коэффициент пересчета вычисляется следующим образом:

Σ (Энергия [в кВт · ч], затраченная на выработку сжатого воздуха)/Σ (Объем сжатого воздуха [м^3])

Коэффициентом пересчета в этом случае будет единица «кВт · ч/м^3».

Пример 2 —

Расчет:

Компрессор мощностью 37 кВт вырабатывает воздух, сжатый до давления 600 кПа, с производительностью до 7 м^3/мин. Прямое потребление воздуха с производительностью 6 м^3/мин будет считаться потребляемым производственными подразделениями.

Коэффициент пересчета при общем измеренном потреблении 37 кВт и производительности 6 м^3/мин будет определяться следующим образом:

Коэффициент пересчета = 37 кВт/360 м^3 · ч = 0,102 8 кВт · ч/м^3

6 Описание KPI-показателей

В таблицах 2—39 приведены KPI-показатели для MOM-управления

Таблица 2 — KPI-показатель «Производительность работника»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Производительность работника
Идентификатор (ID)	
Описание	Производительность работника характеризует взаимосвязь между фактическим временем работы персонала (APWT), связанным с производственными заказами, и фактическим временем нахождения персонала на рабочем месте (APAT)
Область применения	Работник, рабочая группа, рабочая операция
Расчетная формула	Производительность работника = APWT / APAT
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	Периодический
Получатели информации	Руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.1
Примечание — При расчете производительности работника не допускается возможность двойного учета в тех случаях, когда работник выполняет несколько рабочих операций или одновременно работает над несколькими производственными заказами.	

Таблица 3 — KPI-показатель «Показатель распределения»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Показатель распределения
Идентификатор (ID)	
Описание	Показатель распределения — это соотношение между полным фактическим временем занятости персонала при выполнении всех рабочих операций (AUBT) в рамках производственного заказа, и фактическим временем его выполнения (AOET)
Область применения	Продукция, производственный заказ, предприятие
Расчетная формула	Показатель распределения = ΣAUBT/AOET ΣAUBT = сумма всех AUBT — единиц для всех рабочих операций в рамках конкретного производственного заказа
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 % Значение > 100 % возможно в случае перекрытия (параллельного выполнения) производственных операций
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше

Окончание таблицы 3

Контекстная информация:	
График расчетов	Периодический
Получатели информации	Руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.2
Примечание — Показатель распределения характеризует время простоя и задержки начала процесса, т. е. показывает, насколько общее время производственного цикла зависит от фактического времени изготовления продукции. Слишком продолжительное ожидание или простой увеличивают общее время производственного цикла.	

Таблица 4 — KPI-показатель «Производительность»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Производительность (за единицу времени)
Идентификатор (ID)	
Описание	Производственные показатели, выражаемые через объем произведенной в рамках заказа продукции (PQ) и фактическое время его выполнения (AOET)
Область применения	Продукция, производственный заказ, предприятие
Расчетная формула	Производительность = PQ/AOET
Единица измерений	Единица объема производства/Единица времени
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: Зависит от вида продукции
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.3
Примечания Производительность является показателем рабочих характеристик процесса, которые важны при оценке эффективности производства. Показатель производительности рассчитывают для каждого заказа после его окончания, обычно — в часах или днях, в зависимости от вида продукции.	

Таблица 5 — KPI-показатель «Эффективность распределения»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Эффективность распределения
Идентификатор (ID)	
Описание	Эффективность распределения — это соотношение между фактическим временем распределения рабочей операции (выражаемым через фактическое время занятости персонала (AUBT)) и плановым (отведенным) временем на выполнение рабочей операции, выражаемым через плановое время занятости персонала (PBT)

Окончание таблицы 5

Область применения	Продукция, производственный заказ, рабочая операция
Расчетная формула	Эффективность распределения = AUBT/PBT
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.4
Примечание — Эффективность распределения характеризует, насколько четко используется проектная (запланированная) производительность рабочей операции и какая проектная производительность еще остается незадействованной. Эффективность распределения зависит только от фактического времени простоя, тогда как пригодность KPI-показателя принимает во внимание фактическое время задержки.	

Таблица 6 — KPI-показатель «Эффективность использования»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Эффективность использования
Идентификатор (ID)	
Описание	Эффективность использования — это соотношение между фактическим временем производства (APT) и фактическим временем занятости персонала (AUBT)
Область применения	Рабочая операция
Расчетная формула	Эффективность использования = APT/AUBT
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодический, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.5
Примечание — Показатель характеризует производительность рабочих операций. Поскольку только время выполнения операций влияет на добавленную стоимость продукции, которая будет оплачиваться рынком (потребителем), необходимо стремиться к получению высокого значения данного показателя.	

Таблица 7 — KPI-показатель «Индекс общей эффективности использования оборудования» (OEE)

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Индекс общей эффективности использования оборудования
Идентификатор (ID)	
Описание	OEE-индекс характеризует KPI-показатели эксплуатационной готовности (доступности) рабочей операции (таблица 9), эффективности рабочей операции (таблица 10) и коэффициента качества (таблица 11), которые объединены в единый показатель
Область применения	Рабочая операция, продукция, период времени, типы дефектов
Расчетная формула	OEE-индекс = Эксплуатационная готовность * Эффективность * Коэффициент качества
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.6

Примечания

Индекс общей эффективности использования оборудования (OEE) — это показатель эффективности рабочих операций, рабочих центров, производственных участков с несколькими рабочими операциями или полным рабочим центром. OEE-индекс создает основу для совершенствования производства за счет получения более качественной производственной информации, определения производственных потерь и повышения качества продукции с помощью оптимизации процессов.

Расчет OEE-индекса, основанный на иерархической структуре (рисунок 2), будет полезен лишь тогда, когда характеристики процессов при рабочих операциях будут сопоставимыми. Перед началом сравнения, основанного на использовании OEE-индекса, необходимо проверить критерии сопоставимости.

Таблица 8 — KPI-показатель «Индекс чистой эффективности использования оборудования» (NEE)

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Индекс чистой эффективности использования оборудования
Идентификатор (ID)	
Описание	Индекс чистой эффективности использования оборудования (NEE) сочетает в себе соотношение между KPI-показателями фактического времени изготовления продукции (AUPT), планового времени занятости персонала (PBT), эффективности (таблица 10) и коэффициента качества (таблица 11), которые объединены в единый показатель
Область применения	Рабочая операция, продукция, период времени, типы дефектов
Расчетная формула	NEE-индекс = AUPT/PBT * Эффективность * Коэффициент качества
Единица измерений	%

Окончание таблицы 8

Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.7
Примечания NEE-индекс аналогичен OEE-индексу, однако содержит время подготовки к заказу в модифицированном KPI-показателе эксплуатационной готовности, который рассчитывают как соотношение между фактическим временем изготовления продукции и плановым временем занятости персонала. NEE-индекс характеризует потери, обусловленные задержками при выполнении рабочих операций, потери во время производственного цикла и при исправлении брака.	

Таблица 9 — KPI-показатель «Эксплуатационная готовность»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Эксплуатационная готовность (доступность)
Идентификатор (ID)	
Описание	Эксплуатационная готовность — это соотношение, характеризующее связь фактического времени производства (APT) с плановым временем занятости персонала (PBT) для рабочей операции
Область применения	Рабочая операция, продукция, период времени
Расчетная формула	Эксплуатационная готовность = APT/PBT
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.8
Примечания Эксплуатационная готовность характеризует, насколько эффективно используются функциональные возможности рабочей операции в процессе производства по отношению к имеющимся в распоряжении возможностям. Синонимом термина «эксплуатационная готовность» является термин «коэффициент использования производственных мощностей» или «фактор производительности».	

Таблица 10 — KPI-показатель «Эффективность»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Эффективность
Идентификатор (ID)	
Описание	Эффективность — это соотношение между плановым целевым циклом и фактическим циклом, выражаемое в виде планового времени работы на единицу продукции (PRI), умноженного на объем произведенной продукции (PQ) и деленного на фактическое время производства (APT)
Область применения	Рабочая операция, рабочий центр, производственный участок, продукция, период времени
Расчетная формула	Эффективность = PRI*PQ/APT
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.9
Примечания Эффективность можно рассчитывать за короткий промежуток времени; она характеризует, насколько эффективно рабочая операция будет выполняться в процессе производства. В спецификации используют элемент — «плановое время работы, приходящееся на единицу продукции» (PRI), которое также называют «временем цикла» и определяет, сколько времени необходимо для производства фиксированного количества продукции. При серийном и непрерывном производстве прогнозируемый объем выпускаемой продукции обычно выражают через ее объем, который можно выпустить за определенный промежуток времени (например, в гектолитрах/час). Это значение обратно пропорционально PRI-элементу и его можно преобразовывать путем задания фиксированного количества произведенной продукции.	

Таблица 11 — KPI-показатель «Коэффициент качества»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Коэффициент качества
Идентификатор (ID)	
Описание	Коэффициент качества — это соотношение между объемом доброкачественной продукции (GQ) и объем произведенной продукции (PQ)
Область применения	Рабочая операция, рабочий центр, производственная площадка, продукция, период времени, типы дефектов
Расчетная формула	Коэффициент качества = GQ/PQ
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %

Окончание таблицы 11

Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.10
Примечание — Данный показатель полезен в качестве индикатора в режиме реального времени на уровне оператора	

Таблица 12 — KPI-показатель «Коэффициент подготовки»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Коэффициент подготовки (наладки)
Идентификатор (ID)	
Описание	Коэффициент подготовки — это соотношение между фактическим временем подготовки к заказу (AUST) и фактическим временем изготовления продукции (AUPT), которое характеризует процент времени, используемого для подготовки (наладки) производства по сравнению со временем изготовления продукции
Область применения	Рабочая операция, продукция, производственный заказ
Расчетная формула	Коэффициент подготовки = AUST/AUPT
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем ниже этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.11
Примечания Коэффициент подготовки характеризует относительную потерю возможности получения добавленной стоимости для данной рабочей операции. Чем выше значение этого показателя, тем больше время подготовки по отношению к времени изготовления продукции по производственному заказу, который создает продукции добавленную стоимость. Для предприятия высокий коэффициент подготовки означает затраты времени на создание (возможной) добавленной стоимости. Данный показатель особенно полезен для создания гибкой цепи поставок, когда объем партии в рамках заказа снижается, что может быть следствием падения спроса.	

Таблица 13 — KPI-показатель «Техническая эффективность»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Техническая эффективность
Идентификатор (ID)	
Описание	Техническая эффективность рабочей операции — это соотношение между фактическим временем производства (APT) и суммой фактического времени производства (APT) и фактического времени его задержки (ADET), которое включает в себя собственно задержки и перерывы, обусловленные неисправностями оборудования
Область применения	Рабочая операция, продукция, производственный заказ
Расчетная формула	Техническая эффективность = APT/(APT + ADET)
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.12
Примечания 1 Техническая эффективность не включает в себя время подготовки (в отличие от показателя эффективности использования). 2 Значение показателя в процентах соответствует максимально достигаемой технической эффективности (при отсутствии перерывов, обусловленных неисправностями оборудования).	

Таблица 14 — KPI-показатель «Коэффициент производственного процесса»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Коэффициент производственного процесса
Идентификатор (ID)	
Описание	Коэффициент производственного процесса характеризует взаимосвязь между фактическим временем производства (APT) для всех рабочих операций и рабочих центров, связанных с данным производственным заказом, и полным временем производственного цикла, которое является фактическим временем исполнения заказа (AOET)
Область применения	Продукция, производственный заказ, предприятие
Расчетная формула	Коэффициент производственного процесса = ΣAPT/AOET ΣAPT = сумма APT-показателей для всех рабочих операций и рабочих центров, связанных с данным производственным заказом
Единица измерений	%

Окончание таблицы 14

Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 % Значение показателя >100 % возможно в случае перекрытия (параллельного выполнения) производственных операций
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.13
Примечания 1 Коэффициент производственного процесса — это показатель эффективности производства. 2 Низкое значение этого коэффициента свидетельствует о том, что производственные заказы содержат множество периодов ожидания или простоя.	

Таблица 15 — KPI-показатель «Соотношение между фактическим и плановым объемами брака»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Соотношение между фактическим и плановым объемами брака
Идентификатор (ID)	
Описание	Соотношение между фактическим и плановым объемами брака, рассчитываемое как объем брака (SQ), деленный на плановый объем брака (PSQ), характеризует фактически получаемый объем брака по сравнению с его прогнозируемым (плановым) объемом (значением)
Область применения	Рабочая операция, продукция, тип дефекта
Расчетная формула	Соотношение между фактическим и плановым объемами брака = SQ/PSQ
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: Не ограничено
Тренд	Чем ниже этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.14
Примечания 1 Данный показатель используют в качестве краткосрочного с целью совершенствования производства, а также в качестве средства контроля планового значения на приложениях Уровня 4 (ERP). 2 Допустимое значение показывает, что производится меньше брака, чем было спрогнозировано, что хорошо для реализации краткосрочных задач. С другой стороны, постоянно низкое значение этого показателя свидетельствует о том, что плановое соотношение, которое обычно определено для систем Уровня 4 (ERP), слишком высоко и может приводить к нежелательному распределению материальных ресурсов. Плановый объем брака (который может ожидаться) обычно уже определен (заложен) в ERP-системах с целью обеспечения необходимого распределения материальных ресурсов.	

Таблица 16 — KPI-показатель «Выход продукции, признанной годной с первого предъявления»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Выход продукции, признанной годной с первого предъявления
Идентификатор (ID)	
Описание	Выход продукции, признанной годной с первого предъявления (FPY), определяет процент продукции, которая полностью соответствует требованиям качества на первом этапе изготовления (без исправления брака, т. е. является доброкачественной продукцией). Данный показатель выражается как соотношение между объемом доброкачественной продукции (GP) и объемом проверенной продукции (IP)
Область применения	Рабочая операция, продукция, производственный заказ, типы дефектов
Расчетная формула	FPY = GP/IP
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.15
Примечания Для идентификации первого предъявления необходимо маркировать каждое изделие идентификационным (серийным) номером. Для пояснения использования понятия изделия при поштучном и серийном производстве см. 5.6.1. FPY-показатель обратно взаимообусловлен с затратами вследствие неисправности.	

Таблица 17 — KPI-показатель «Коэффициент брака»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация	
Наименование	Коэффициент брака
Идентификатор (ID)	
Описание	Коэффициент брака — это соотношение между объемом брака (SQ) и объемом произведенной продукции (PQ)
Область применения	Рабочая операция, продукция, производственный заказ, тип дефекта
Расчетная формула	Коэффициент брака = SQ/PQ
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем ниже этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	

Окончание таблицы 17

График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.16
Примечание — Коэффициент брака также можно использовать для коммерческих оценок.	

Таблица 18 — KPI-показатель «Коэффициент исправления брака»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Коэффициент исправления брака
Идентификатор (ID)	
Описание	Коэффициент исправления брака — это соотношение между объемом продукции, подлежащей исправлению (RQ) и объемом произведенной продукции (PQ)
Область применения	Рабочая операция, продукция, производственный заказ, тип дефекта
Расчетная формула	Коэффициент исправления брака = RQ/PQ
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем ниже этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.17
Примечание — Данный показатель также можно использовать для коммерческих оценок.	

Таблица 19 — KPI-показатель «Коэффициент снижения объема продукции»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Коэффициент снижения объема продукции
Идентификатор (ID)	
Описание	Данный показатель учитывает уменьшение объема произведенной продукции (PQ) для конкретной производственной операции по отношению к таковому при первой операции и рассчитывается как объем произведенной продукции (PQ) в цикле первого производственного заказа, за вычетом объема доброкачественной продукции (GQ), полученного в текущем цикле производственного заказа
Область применения	Цикл производственного заказа, продукция

Окончание таблицы 19

Расчетная формула	Коэффициент снижения объема продукции в цикле текущего производственного заказа = (PQ для цикла первого производственного заказа — GQ для цикла текущего производственного заказа)/PQ для цикла первого производственного заказа
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем ниже этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.18
Примечания Данный KPI-показатель используют в случае взаимосвязанных процессов, в которых продукцию (например, материнские платы) изготавливают на первом технологическом этапе, которая, однако, может иметь брак при дальнейшем производстве. Коэффициент снижения объема продукции используют в качестве показателя после завершения цикла выполнения заказа. Серийное производство материнских плат может быть налажено на первом технологическом этапе. Этот показатель влияет на плановый объем брака и объем произведенной продукции на каждом технологическом этапе производства, а также на объем отходов производства. В обрабатывающих отраслях промышленности, например, в химической и нефтехимической, при расчете соответствующих KPI-показателей в знаменателе обычно используют значение «расходные материалы». Показатель «коэффициент готовой продукции» (таблица 26) можно использовать для расчета качества.	

Таблица 20 — KPI-показатель «Индекс воспроизводимости оборудования»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Индекс воспроизводимости оборудования (Cm)
Идентификатор (ID)	
Описание	Индекс воспроизводимости оборудования (Cm) — это соотношение между дисперсией процесса и установленными предельными значениями. Метод позволяет сравнивать диапазон между предельными значениями (USL, LSL) и 6σ — дисперсией для серии измерений конкретной характеристики
Область применения	Продукция, рабочая операция, характеристика, серия измерений
Расчетная формула	Cm = (USL – LSL)/(6*σ)
Единица измерений	Не определена (N/A)
Диапазон	Минимальное значение: > 0 Значение Cm приближается к 0, если a стремится к бесконечности Максимальное значение: бесконечно большое
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически

Окончание таблицы 20

Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.19
Примечания Индекс воспроизводимости оборудования (Cm) характеризует возможность оборудования или рабочих механизмов обеспечивать заданное качество продукции с заданными характеристиками. Необходимо выполнить оценки, если возможно — то без учета влияния других процессов. При этом в основном используется метод рассмотрения оборудования в сочетании с выпускаемой продукцией. Значение Cm — это характеристическое значение, получаемое при кратковременном анализе функциональных возможностей. Статистическим методом статистического анализа обычно является нормальное распределение. Значение воспроизводимости оборудования определяется требованиями заказчика продукции, но обычно равно Cm > 1,67. Это значение можно использовать для определения характеристики только с верхним и нижним предельными значениями.	

Таблица 21 — KPI-показатель «Критический индекс воспроизводимости оборудования»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Критический индекс воспроизводимости оборудования (Cmk)
Идентификатор (ID)	
Описание	Критический индекс воспроизводимости оборудования (Cmk) — это соотношение между дисперсией процесса и верхним/нижним предельным значением (USL, LSL) и их средними значениями ($\bar{x}$). Метод позволяет сравнивать диапазон между верхним/нижним установленными пределами с их средними значениями и 3σ-дисперсией для серии измерений конкретной характеристики
Область применения	Продукция, рабочая операция, характеристика, серия измерений
Расчетная формула	Cmku = (USL – $\bar{x}$)/(3*σ); Cmkl = ($\bar{x}$ – LSL)/(3*σ) Cmk = Min (Cmku ,Cmkl)
Единица измерений	Не определена (N/A)
Диапазон	Минимальное значение: > 0 Значение Cmk приближается к 0, если a стремится к бесконечности Максимальное значение: бесконечно большое
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.19
Примечания Критический индекс воспроизводимости оборудования (Cmk) характеризует возможность оборудования или рабочих механизмов обеспечивать заданное качество продукции с заданными характеристиками. Необходимо выполнить оценки, если возможно — то без учета влияния других процессов. При этом в основном используется метод рассмотрения оборудования в сочетании с выпускаемой продукцией. Значение Cmk — это характеристическое значение, получаемое при краткосрочном анализе функциональных возможностей. В статистическом методе анализа обычно используют нормальное распределение. Контрольное значение критического индекса воспроизводимости оборудования обычно определяется требованиями заказчика. Типичное значение Cmk > 1,67.	

Таблица 22 — KPI-показатель «Индекс воспроизводимости процесса»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Индекс воспроизводимости процесса (Cp)
Идентификатор (ID)	
Описание	Индекс воспроизводимости процесса (Cp) — это соотношение между дисперсией процесса и установленными пределами. Метод позволяет сравнивать диапазон между этими пределами (USL, LSL) и 6σ-дисперсии процесса для конкретной характеристики
Область применения	Продукция, рабочая операция, характеристика, серии измерений
Расчетная формула	$Cp = (USL - LSL)/(6^* \hat{\sigma})$
Единица измерений	Не определена (N/A)
Диапазон	Минимальное значение: >0 Значение Cp приближается к 0, если $\hat{\sigma}$ приближается к бесконечности Максимальное значение: не ограничено
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.20
Примечания Индекс воспроизводимости процесса должен, насколько это возможно, указывать (с помощью статистических методов), будет ли производственный процесс выдавать продукцию в соответствии с согласованными требованиями к качеству. Измерение необходимо выполнять с постоянными временными интервалами, или же после заданного числа интервалов, с небольшими объемами выборки (1–25). Процесс обычно называют воспроизводимым, если Cp > 1,33. Значение $\hat{\sigma}$ рассчитывают с использованием коэффициента достоверности (по стандартному отклонению), зависящего от объема контрольной выборки.	

Таблица 23 — KPI-показатель «Критический индекс воспроизводимости процесса»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Критический индекс воспроизводимости процесса (Cpk)
Идентификатор (ID)	
Описание	Критический индекс воспроизводимости процесса (Cpk) — это соотношение между дисперсией процесса и верхним/нижним установленными пределами (USL, LSL) и их средними от средних значений ($\bar{\bar{x}}$) Метод позволяет сравнивать диапазон между этими пределами, их средним значением и 3σ-дисперсии процесса.
Область применения	Продукция, рабочая операция, характеристика, серии измерений
Расчетная формула	$Cpku = (USL - \bar{\bar{x}})/(3 * \hat{\sigma})$; $Cpkl = (\bar{\bar{x}} - LSL)/(3 * \hat{\sigma})$ Cpk = Min (Cpku, Cpkl)

Окончание таблицы 23

Единица измерений	Не определена (N/A)
Диапазон	Минимальное значение: > 0 Значение Cpk приближается к 0, если $\hat{\sigma}$ приближается к бесконечности Максимальное значение: Не ограничено
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.20
Примечания Критический индекс воспроизводимости процесса должен, насколько это возможно, указывать (с помощью статистических методов), будет ли производственный процесс выдавать продукцию в соответствии с согласованными требованиями к качеству. Измерение необходимо выполнять с постоянными временными интервалами, или же после заданного числа интервалов, с небольшими объемами выборки (1–25). Процесс обычно называют воспроизводимым, если Cpk > 1,33. Значение $\hat{\sigma}$ рассчитывают с использованием коэффициента достоверности (по стандартному отклонению), зависящего от объема контрольной выборки.	

Таблица 24 — KPI-показатель «Полное энергопотребление»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Полное энергопотребление
Идентификатор (ID)	
Описание	Полное энергопотребление — это соотношение между всей потребленной в производственном цикле энергией и объемом произведенной продукции (PQ)
Область применения	Продукция, оборудование
Расчетная формула	e = E/PQ = (ΣMi*Ri + Q)/PQ,
	где:
	e: единица энергопотребления оборудования
	E: полное энергопотребление
	Mi: фактическое потребление конкретного вида энергии (в кВт/ч)
	Ri[a)]: коэффициент пересчета для конкретного вида энергии
	Q: алгебраическая сумма эффективных энергообменов со средой
Единица измерений	Джоуль/(число единиц) или количество
Диапазон	Минимальное значение: 0 Дж/(число единиц) или количество
	Максимальное значение: зависит от продукции
Тренд	Чем ниже этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	

Окончание таблицы 24

График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.21
Примечания Индикаторы для измерения энергопотребления используются предприятиями для учета энергосбережения, защиты окружающей среды и оптимизации затрат. Даже если рассматривать энергию как форму сырья, это помогает оценивать потребление с помощью понятных показателей. Энергопотребление является важным фактором, влияющим на производственные затраты и прибыль компании. Необходимо принимать во внимание национальные законодательства и нормативы на энергопотребление, возможно — с использованием дополнительных расчетов KPI-показателя.	
[a] Коэффициент пересчета Ri используют для унификации режимов измерений различных типов энергии, с помощью которого определенный вид энергии может быть приведен к стандартному количеству, например, единица Ri для воды — это стандартный объем, приходящийся на тонну охлажденной воды; для электричества Ri — это стандартное количество, приходящееся на кВт · ч. Показатель полного энергопотребления используют совместно со сборником таблиц стандартных значений коэффициентов пересчета, который является уникальным для различных отраслей промышленности.	

Таблица 25 — KPI-показатель «Оборачиваемость складских запасов»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Оборачиваемость складских запасов
Идентификатор (ID)	
Описание	Оборачиваемость складских запасов определяют, как отношение производительности (ТН) к среднему объему складских запасов. Показатель применяется для измерения эффективности использования складских запасов и характеризует среднее число пополнений или возобновлений инвентарных запасов
Область применения	Запасы
Расчетная формула	Оборачиваемость складских запасов = ТН/средний объем складских запасов
Единица измерений	Единица времени
Диапазон	Минимальное значение: 0 Максимальное значение: зависит от вида продукции
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный (Оборачиваемость складских запасов обычно является KPI-показателем Уровня 4 при поштучном и серийном производстве)
Диаграмма модели действия	Рисунок А.22

Окончание таблицы 25

Примечание — Определение показателей для инвентарных запасов крайне важно в обрабатывающей промышленности, где производство организовано на основе инвентарных запасов. То, как долго продукция хранится на складе, может влиять на ее качество и стоимость. Ниже рассмотрены четыре типа запасов: 1) Запасы сырья (RM): Материалы, которые преобразуются в готовую продукцию в процессе производства. 2) Запасы расходных материалов (CI): Материалы, количество или качество которых изменяется в процессе производства, например, катализатор (эти запасы подробно описаны в МЭК 62264-1). 3) Запасы готовой продукции или складские запасы (FGI): Уровень запасов в конце технологического маршрута — это либо запасы готовой продукции, либо складские запасы. Последние используют для накопления различных изделий на предприятии перед их последующей обработкой или сборкой. Например, технологический маршрут при изготовлении коробки передач может проходить между несколькими складами, содержащими редукторы, корпуса, коленчатые валы и т. п. Запасы готовой продукции находятся там, где законченные изделия хранятся перед их поставкой заказчику. 4) Запасы полуфабрикатов (WIP)[a]: Запасы между начальной и конечной точками технологического маршрута при производстве называют «полуфабрикатами» (незавершенная продукция) (WIP). Поскольку этот маршрут начинается и заканчивается в точках хранения, то WIP-запасы представляют собой всю продукцию между этими конечными точками (но, не включая продукцию в них самих). Хотя в разговорной речи WIP-запасы часто называют «складскими запасами», но все же, для ясности, не следует их путать.
[a] WIP-запасы, определенные в стандарте VDMA 66412-1 — это те материалы, которые закреплены за производственным заказом, а не за местом хранения. Эти запасы обычно располагаются на производственной площадке.

Таблица 26 — KPI-показатель «Коэффициент готовой продукции»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация	
Наименование	Коэффициент готовой продукции
Идентификатор (ID)	
Описание	Коэффициент готовой продукции — это соотношение между объемом доброкачественной продукции (GQ) и объемом израсходованных материалов (CM)
Область применения	Рабочая операция, продукция, типы дефектов
Расчетная формула	Коэффициент готовой продукции = GQ/CM
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.23
Примечание — В перерабатывающей промышленности, например в химической или нефтеперерабатывающей, величину израсходованных материалов в знаменателе обычно используют для расчета соответствующих KPI-показателей. В некоторых производственных процессах входной продукт может быть меньше продукта на выходе из-за потерь в процессе изготовления продукции (т. е. сумма потерь и выходной продукции равна по массе сумме израсходованных материалов), однако в некоторых процессах эти материалы измеряют не на основе массы, так что численное значение произведенного продукта может превышать численное значение израсходованных материалов. Это значение KPI-показателя диапазона предполагает использование количественной оценки по массе. В процессе производства могут происходить многие химические и физические изменения, а выход готовой продукции — испытывать неустойчивость и неопределенность, поэтому трудно рассчитывать и измерять выходной продукт, как это требуется для определения коэффициента качества (таблица 11).	

Таблица 27 — KPI-показатель «Коэффициент суммарной продукции»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Коэффициент суммарной продукции
Идентификатор (ID)	
Описание	Коэффициент суммарной продукции — это соотношение между суммарным объемом произведенной продукции (IGQ) и объемом израсходованных материалов (CM)
Область применения	Рабочая операция, тип дефекта
Расчетная формула	Коэффициент суммарной продукции = IGQ/CM
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.24

Примечания

Различные виды продукции в перерабатывающих отраслях тесно связаны друг с другом, поскольку частичные объемы определенных количеств готовой продукции с определенной категорией или качеством могут преобразовываться в другую продукцию с другой категорией или качеством. Например, если качество продукции не достигло высокого уровня «А», то ее можно продавать как продукцию с более низким уровнем качества «В». При этом доля продукции уровня «В» будет возрастать, а продукции уровня «А» — падать. Таким образом, KPI-показатели рассчитывают с учетом всей связанной между собой продукции, например, указанной выше продукции уровней «А» и «В». В этом случае KPI-показатель «Коэффициент суммарной продукции» следует использовать вместо показателя «коэффициент готовой продукции».

Поскольку суммарная продукция представляет собой объем всей произведенной, важно убедиться в том, что всю продукцию измеряют в одних и тех же единицах, или же в возможности преобразования результатов измерений в единые единицы. Перечень переводных коэффициентов можно использовать для унификации режимов измерений различной продукции.

Таблица 28 — KPI-показатель «Коэффициент производственных потерь»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Коэффициент производственных потерь
Идентификатор (ID)	
Описание	Коэффициент производственных потерь — это соотношение между объемом потерь в процессе производства (PL) и объемом использованных расходных материалов (CM)
Область применения	Рабочая операция, тип дефекта
Расчетная формула	Коэффициент производственных потерь = PL/CM
Единица измерений	%

Окончание таблицы 28

Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем больше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.25
Примечания 1 Обычно объемы брака и его исправления в перерабатывающих отраслях не измеряют, а вместо них концентрируют свое внимание на потерях, где: Коэффициент суммарной продукции + Коэффициент потерь = 1. Коэффициент потерь = Коэффициент производственных потерь + Коэффициент потерь при хранении и Транспортировке + Коэффициент прочих потерь. 2 Для этих расчетов применимы следующие определения: Производственные потери: объем потерь в процессе производства рассчитывается как разность между объемами входных и выходных материалов. Потери при хранении и транспортировке: объем потерь при хранении и транспортировке, например, потери запасов при инвентарном учете или потери материалов в процессе их перевозки с одного места на другое. Прочие потери: объем потерь, обусловленных чрезвычайными обстоятельствами, например, стихийными бедствиями.	

Таблица 29 — KPI-показатель «Коэффициент потерь при хранении и транспортировке»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Коэффициент потерь при хранении и транспортировке
Идентификатор (ID)	
Описание	Коэффициент потерь при хранении и транспортировке — это соотношение между объемом потерь при хранении и транспортировке (STL) и объемом использованных расходных материалов (CM)
Область применения	Рабочая операция, тип дефекта
Расчетная формула	Коэффициент потерь при хранении и транспортировке = STL/CM
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.26
Примечание — См. также показатель «Коэффициент производственных потерь» (таблица 28).	

Таблица 30 — KPI-показатель «Коэффициент прочих потерь»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Коэффициент прочих потерь
Идентификатор (ID)	
Описание	Коэффициент прочих потерь — это соотношение между объемом потерь, не связанных с производством, хранением и транспортировкой продукции (OL), и объемом использованных расходных материалов (CM)
Область применения	Рабочая операция, тип дефекта
Расчетная формула	Коэффициент прочих потерь = OL/CM
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.27
Примечание — Коэффициент прочих потерь позволяет оценивать потери, которые не происходят в процессе производства, хранения или транспортировки. См. также показатель «Коэффициент производственных потерь» (таблица 28).	

Таблица 31 — KPI-показатель «Коэффициент загрузки оборудования»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Коэффициент загрузки оборудования
Идентификатор (ID)	
Описание	Коэффициент загрузки оборудования учитывает объем произведенной продукции (PQ) в связи с производственной мощностью оборудования (EPC) — номинальной или максимальной: максимальная производственная мощность оборудования: максимальное предельное значение мощности, установленное перед поставкой оборудования; номинальная производственная мощность оборудования: максимальное предельное значение мощности, обеспечивающее стабильную работу оборудования.
Область применения	Рабочая операция
Расчетная формула	Коэффициент загрузки оборудования = PQ/EPC.
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 % Максимальное значение: 100 % Значение > 100 %, если производится больше, чем указывается при номинальной производственной мощности оборудования

Окончание таблицы 31

Тренд	Чем выше показатель, тем лучше
Контекстная информация:	Значение этого коэффициента > 100 % может свидетельствовать о проблеме с качеством (см. примечания)
График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.28
Примечания Производственные мощности и коэффициент загрузки оборудования являются важными показателями производственного предприятия. Коэффициент загрузки оборудования является показателем, отражающим состояние производственного оборудования и эффективность производства, а также его технические характеристики и использование оборудования. Значение коэффициента загрузки оборудования влияет на производственные затраты и прежде всего на уровень прибыли предприятия. Значение этого коэффициента > 100 % может свидетельствовать о проблеме, поскольку можно воздействовать на надежность и безопасность оборудования, когда объем производимой продукции превышает номинальную производственную мощность оборудования. Для коэффициента загрузки некоторого оборудования существует также нижний предел, ниже которого оно уже не сможет производить продукцию.	

Таблица 32 — KPI-показатель «Среднее время безотказной работы»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Среднее время безотказной работы (MTBF)
Идентификатор (ID)	
Описание	Среднее время безотказной работы рассчитывают, как среднее значение всех времен между отказами (TBF) для рабочей операции при всех видах отказа (FE)
Область применения	Рабочая операция
Расчетная формула	$\mathrm{MTBF} = \frac{\sum_{i=1}^{i=\mathrm{FE}} \mathrm{TBF}_i}{\mathrm{FE}+1}$
Единица измерений	Единица времени
Диапазон	Минимальное значение: 0 Максимальное значение: Не ограничено
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.29
Примечания Среднее время безотказной работы (MTBF) является показателем ожидаемой надежности системы, рассчитываемым статистически по известным значениям частот отказов различных компонентов рабочей операции. Является математическим ожиданием среднего времени наработки между отказами (см. МЭК 60050-191) и статистической аппроксимацией времени, которое должен проработать рабочий элемент до отказа. Значения MTBF обычно выражают в часах. Этот показатель рассчитывают для каждой рабочей операции. При каждом отказе для расчета MTBF получают новое значение TBF. Значение MTBF равно сумме значений MTTR и MTTF.	

Таблица 33 — KPI-показатель «Среднее время до отказа»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Среднее время до отказа (среднее время до первого отказа) (MTTF)
Идентификатор (ID)	
Описание	Среднее время до отказа рассчитывают, как среднее значение всех времен до отказа (TTF) для рабочей операции при всех видах отказа (FE)
Область применения	Рабочая операция
Расчетная формула	$MTTF = \frac{\sum_{i=1}^{i=FE} TTF_i}{FE+1}$
Единица измерений	Единица времени
Диапазон	Минимальное значение: 0 Максимальное значение: Не ограничено
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.30
Примечания Среднее время до отказа (MTTF) является показателем ожидаемой надежности системы, рассчитываемым статистически по известным значениям частот отказов различных компонентов рабочей операции. Представляет собой математическое ожидание времени до отказа (см. МЭК 60050-191). MTTF-показатель используют как для ремонтируемых, так и для неремонтируемых изделий. Является эквивалентом MTBF-показателя в случае неремонтируемых рабочих элементов. Значения MTTF-показателя обычно выражают в часах. Этот показатель рассчитывают для каждой рабочей операции. При каждом отказе для расчета MTTF-показателя получают новое значение TTF-показателя.	

Таблица 34 — KPI-показатель «Среднее время до ремонта»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Среднее время до ремонта (MTTR)
Идентификатор (ID)	
Описание	Среднее время до ремонта (MTTR) — это среднее время, которое требуется изделию для восстановления отказавшего компонента в рабочем элементе. Среднее время до ремонта рассчитывают, как среднее значение всех времен до ремонта (TTR) для рабочего элемента при всех видах его отказа (FE)
Область применения	Рабочая операция
Расчетная формула	$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^{i=FE} TTR_i}{FE+1}$

Окончание таблицы 34

Единица измерений	Единица времени
Диапазон	Минимальное значение: 0 Максимальное значение: Не ограничено
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.31
Примечания Среднее время до ремонта (MTTR) — это среднее время, которое необходимо изделию для восстановления отказавшего компонента в рабочем элементе. Оно представляет собой математическое ожидание времени до ремонта (см. МЭК 60050-191). Значения MTTR-показателя обычно выражают в часах. Этот показатель рассчитывают для каждой рабочей операции. При каждом отказе для расчета MTTR-показателя получают новое значение TTR-показателя.	

Таблица 35 — KPI-показатель «Коэффициент внепланового технического обслуживания»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Коэффициент внепланового технического обслуживания
Идентификатор (ID)	
Описание	Коэффициент внепланового технического обслуживания учитывает время внепланового технического обслуживания (CMT) в связи с полным временем технического обслуживания, выражаемым как сумма времени внепланового технического обслуживания (CMT) и планового времени технического обслуживания (PMT)
Область применения	Рабочий элемент
Расчетная формула	Коэффициент внепланового технического обслуживания = CMT/(CMT + PMT)
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем ниже этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный, поштучный
Диаграмма модели действия	Рисунок А.32
Примечания Коэффициент внепланового технического обслуживания позволяет определять объем внеплановых работ в рамках всех работ по техническому обслуживанию рабочего элемента. Этот коэффициент отражает потерю надежности системы и должен быть минимальным. Он должен давать идеи по экономии времени внепланового технического обслуживания на рабочих элементах в рамках всего времени технического обслуживания. Лучше иметь минимально возможный коэффициент внепланового технического обслуживания. Необходимо отметить, что излишнее техническое обслуживание будет иметь то же влияние на этот коэффициент, что и повышение общей функции технического обслуживания.	

Таблица 36 — Эффективность прямого энергопотребления

Описание KPI-показателя	
Содержание	
Название	Эффективность прямого энергопотребления
Идентификационные данные (ID)	
Описание	Эффективность прямого энергопотребления представляет собой отношение планового прямого энергопотребления (приходящегося на единицу произведенной продукции (PDEI) и умноженного на объем произведенной продукции (PQ)) к фактическому прямому энергопотреблению (ADEC). Используя этот KPI-показатель, можно анализировать объем произведенной продукции на протяжении всего цикла измерений. Указанное отношение дает информацию об эффективности планирования энергопотребления, необходимого для производства определенного объема продукции (PQ)
Область применения	Производственное подразделение, продукт, заказ на производство
Расчетная формула	Эффективность прямого энергопотребления = PDEI*PQ/ADEC*100
Единица измерений	%
Диапазон измерений	Мин: 0 % Макс: 100 % 100 %-ный предел может быть превышен, если плановое энергопотребление будет превышать фактическое энергопотребление
Тенденция	Чем выше эффективность прямого энергопотребления, тем лучше (однако она не должна превышать 100 %)
Факторы эффективности	
Момент измерений (расчета)	По требованию, периодически, онлайн
Получатели информации	Руководство низшего/среднего звена, администрация
Характер производства	Штучное, серийное, непрерывное
Модельная диаграмма	См. рисунок А.33
Примечания Этот показатель демонстрирует, совпадает ли плановое прямое энергопотребление с измеренными значениями энергопотребления. С помощью этого показателя можно определять неучтенные ранее потери энергии (например, утечки сжатого воздуха) в производственном подразделении. Плановое энергопотребление, приходящееся на единицу произведенной продукции, необходимо планировать до начала производства.	

Таблица 37 — Эффективность прямого полезного энергопотребления

Описание KPI-показателя	
Содержание	
Название	Эффективность прямого полезного энергопотребления
Идентификационные данные (ID)	
Описание	Эффективность прямого энергопотребления представляет собой отношение планового прямого энергопотребления (приходящегося на единицу произведенной продукции (PDEI) и умноженного на объем товаров (GQ)) к фактическому прямому энергопотреблению (ADEC). Используя этот KPI-показатель, можно анализировать только объем произведенных товаров на протяжении всего цикла измерений

Окончание таблицы 37

Область применения	Производственное подразделение, продукт, заказ на производство
Формула	Эффективность прямого полезного энергопотребления = PDEI*GQ/ADEC*100
Единица измерений	%
Диапазон измерений	Мин: 0 % Макс: 100 % 100 %-ный предел может быть превышен, если плановое энергопотребление будет превышать фактическое энергопотребление
Тенденция	Чем выше эффективность прямого полезного энергопотребления, тем лучше
Факторы эффективности	
Момент измерений (расчета)	По требованию, периодически, онлайн
Получатели информации	Руководство низшего/среднего звена, администрация
Характер производства	Штучное, серийное, непрерывное
Модельная диаграмма	См. рисунок А.34
Примечания Этот показатель тесно связан с показателями качества. Дополнительные энергетические затраты на брак или дополнительную обработку продукции снижают оценку полученных результатов. Таким образом, повышение данного KPI-показателя связано с повышением качества продукции. Индекс PDEI необходимо определять перед планированием производства. Данный KPI-показатель равен эффективности прямого энергопотребления, умноженной на отношение PQ/GQ.	

Таблица 38 — Эффективность прямого энергопользования

Описание KPI-показателя	
Содержание	
Название	Эффективность прямого энергопользования
Идентификационные данные (ID)	
Описание	KPI-показатель эффективности прямого энергопользования характеризуется отношением прямого энергопотребления, приходящегося на единицу произведенной продукции (ADEC), к объему произведенной продукции (PQ). Используя этот KPI-показатель, можно анализировать объем произведенной продукции на протяжении всего цикла измерений
Область применения	Производственное подразделение, продукт, заказ на производство
Формула	Эффективность прямого энергопользования = ADEC/PQ
Единица измерений	кВт · ч/ед. продукции
Диапазон измерений	Мин: 0 Макс: Зависит от производственного процесса
Тенденция	Чем ниже прямое энергопользование, тем эффективнее энергопотребление
Факторы эффективности	
Момент измерений (расчета)	По требованию, периодически, онлайн
Получатели информации	Руководство низшего/среднего звена, администрация
Характер производства	Штучное, серийное, непрерывное
Модельная диаграмма	См. рисунок А.35

Окончание таблицы 38

Примечания Данный KPI-показатель дает информацию об энергопотреблении, приходящемся на единицу произведенной продукции и может непосредственно применяться к контролю эффективности энергопользования конкретного производственного подразделения, а также использоваться в качестве базисного показателя при расчетах планового энергопотребления, приходящегося на единицу произведенной продукции (PDEI).

Таблица 39 — Эффективность прямого полезного энергопользования

Описание KPI-показателя	
Содержание	
Название	Эффективность прямого полезного энергопользования
Идентификационные данные (ID)	
Описание	KPI-показатель эффективности прямого полезного энергопользования характеризуется отношением прямого энергопотребления, приходящегося на единицу произведенной продукции (ADEC), к объему товаров (GQ). Используя этот KPI-показатель, можно анализировать только объем заказанных товаров на протяжении всего цикла измерений. Данный KPI-показатель используется в тех приложениях, в которых энергия используется для производства
Область применения	Производственное подразделение, продукт, производственный заказ
Формула	Эффективность прямого полезного энергопользования = ADEC/GQ
Единица измерений	кВт · ч/ед. товара
Диапазон измерений	Мин: 0 Макс: Зависит от производственного процесса
Тенденция	Чем ниже прямое полезное энергопользование, тем эффективнее энергопотребление
Факторы эффективности	
Момент измерений (расчета)	По требованию, периодически, онлайн
Получатели информации	Руководство низшего/среднего звена, администрация
Характер производства	Штучное, серийное, непрерывное
Модельная диаграмма	См. рисунок А.36
Примечания В отличие от эффективности прямого энергопользования данный KPI-показатель указывает на отрицательное влияние брака на реальное использование энергии. Данный KPI-показатель КПЭ равен эффективности прямого энергопользования, умноженной на отношение PQ/GQ.	

7 Соответствие требованиям

Для обеспечения соответствия требованиям настоящего стандарта, элементы KPI-показателя должны соответствовать относящимся к ним техническим характеристикам, указанным в разделе 5, а KPI-показатель должен соответствовать описанию, приведенному в разделе 6.

Приложение А
(справочное)

Модели действия

А.1 Матрица параметров/показателей

В таблице А.1 приведена матрица параметров/показателей.

А.2 Организационные термины

А.2.1 «Последовательность этапов выполнения производственного заказа» (POS)

«Последовательность этапов выполнения заказа» определяет цикл изготовления продукции в рамках данного заказа.

Примечание — Этапы обычно нумеруют последовательно.

А.2.2 «Рабочий процесс» (WOP)

Рабочий процесс определяет способ изготовления изделия (например, его сверление, обточка, упрочнение). Каждая последовательность этапов выполнения заказа закрепляется за рабочим процессом.

А.2.3 «Рабочая группа» (WG)

«Рабочая группа» предназначена для закрепления за персоналом ответственности и полномочий при работе на производственном участке. Каждый работник можно закреплять за одной рабочей группой.

А.2.4 «Производственное помещение» (WP)

Производственное помещение — это логический элемент производства, на котором работы выполняются вручную, автоматически или полуавтоматически.

А.2.5 «Производственный заказ» (PO)

Производственный заказ на изготовление продукции должен содержать необходимые последовательности этапов его выполнения и объем заказываемой продукции.

А.2.6 «Операционный кластер» (OC)

Операционным кластером может быть производственная структурная единица, производственная рабочая станция (или группы из них), рабочий центр, производственный участок или промышленная зона. Эти кластеры задаются иерархически, каждый из которых находится на своем иерархическом уровне и имеет конфигурацию из одного или нескольких рабочих центров в пределах промышленной зоны.

Таблица А.1 — Матрица параметров/показателей

		KPI-показатели																								
		Производительность работника	Показатель распределения	Производительность	Эффективность распределения	Эффективность использования	OEE-индекс	NEE-индекс	Эксплуатационная готовность	Эффективность	Коэффициент качества	Коэффициент подготовки	Техническая эффективность	Коэффициент производственного процесса	Соотношение между фактическим и плановым объемами брака	Выход продукции, признанной годной с первого предъявления	Коэффициент брака	Коэффициент исправления брака	Коэффициент снижения объема продукции	Индекс воспроизводимости оборудования	Критический индекс воспроизводимости оборудования	Индекс воспроизводимости процесса	Критический индекс воспроизводимости процесса	Среднее время безотказной работы	Среднее время до отказа	Среднее время до ремонта	Коэффициент внепланового технического обслуживания
Плановое время	Плановое время занятости персонала (PBT)				●			●	●																		
	Плановое время работы на единицу продукции (PRTU)									●																	
Фактическое время	Фактическое время работы персонала (APWT)	●																									
	Фактическое время изготовления продукции (AUPT)							●				●															
	Фактическое время занятости персонала (AUBT)		●		●	●																					
	Фактическое время выполнения заказа (AOET)		●	●										●													

Продолжение таблицы А.1

		KPI-показатели																								
		Производительность работника	Показатель распределения	Производительность	Эффективность распределения	Эффективность использования	OEE-индекс	NEE-индекс	Эксплуатационная готовность	Эффективность	Коэффициент качества	Коэффициент подготовки	Техническая эффективность	Коэффициент производственного процесса	Соотношение между фактическим и плановым объемами брака	Выход продукции, признанной годной с первого предъявления	Коэффициент брака	Коэффициент исправления брака	Коэффициент снижения объема продукции	Индекс воспроизводимости оборудования	Критический индекс воспроизводимости оборудования	Индекс воспроизводимости процесса	Критический индекс воспроизводимости процесса	Среднее время безотказной работы	Среднее время до отказа	Среднее время до ремонта	Коэффициент внепланового технического обслуживания
Фактическое время	Фактическое время нахождения персонала на рабочем месте (APAT)	•																								
	Фактическое время производства (PT)					•			•	•			•	•												
	Фактическое время задержки процесса (DET)												•													
	Фактическое время подготовки к заказу (AUST)											•														
Логистические показатели	Объем брака (SQ)														•		•									
	Плановый объем брака (PSQ)														•											
	Объем доброкачественной продукции (GQ)										•							•								
	Объем переделываемой продукции (RQ)																	•								

Продолжение таблицы А.1

		KPI-показатели																							
Показатели качества	Логистические показатели	Производительность работника	Показатель распределения	Производительность	Эффективность распределения	Эффективность использования	OEE-индекс	NEE-индекс	Эксплуатационная готовность	Эффективность	Коэффициент качества	Коэффициент подготовки	Техническая эффективность	Коэффициент производственного процесса	Соотношение между фактическим и плановым объемами брака	Выход продукции, признанной годной с первого предъявления	Коэффициент брака	Коэффициент исправления брака	Коэффициент снижения объема продукции	Индекс воспроизводимости оборудования	Критический индекс воспроизводимости оборудования	Индекс воспроизводимости процесса	Критический индекс воспроизводимости процесса	Среднее время безотказной работы	Среднее время до отказа	Среднее время до ремонта	Коэффициент внепланового технического обслуживания
Верхний установленный предел (USL)	Объем произведенной продукции (PQ)			•						•	•						•	•								
Среднее из средних значений	Объем произведенной продукции (PQ) в первом технологическом процессе																		•				•			
Доля проверенной продукции (IP)	Доля доброкачественной продукции (GP)															•										
Доля доброкачественной продукции (GP)	Доля проверенной продукции (IP)															•										
Объем произведенной продукции (PQ) в первом технологическом процессе	Среднее из средних значений																						•			
Логистические показатели	Верхний установленный предел (USL)																			•	•	•	•			

Продолжение таблицы А.1

		KPI-показатели																									
		Производительность работника	Показатель распределения	Производительность	Эффективность распределения	Эффективность использования	OEE-индекс	NEE-индекс	Эксплуатационная готовность	Эффективность	Коэффициент качества	Коэффициент подготовки	Техническая эффективность	Коэффициент производственного процесса	Соотношение между фактическим и плановым объемами брака	Выход продукции, признанной годной с первого предъявления	Коэффициент брака	Коэффициент исправления брака	Коэффициент снижения объема продукции	Индекс воспроизводимости оборудования	Критический индекс воспроизводимости оборудования	Индекс воспроизводимости процесса	Критический индекс воспроизводимости процесса	Среднее время безотказной работы	Среднее время до отказа	Среднее время до ремонта	Коэффициент внепланового технического обслуживания
Показатели качества	Стандартное отклонение (σ)																			●	●						
	Нижний установленный предел (LSL)																			●	●	●	●				
	Оценка отклонения																					●	●				
Рабочие показатели	Эксплуатационная готовность						●																				
	Эффективность						●	●																			
	Коэффициент качества						●	●																			

Окончание таблицы А.1

		KPI-показатели																								
		Производительность работника	Показатель распределения	Производительность	Эффективность распределения	Эффективность использования	OEE-индекс	NEE-индекс	Эксплуатационная готовность	Эффективность	Коэффициент качества	Коэффициент подготовки	Техническая эффективность	Коэффициент производственного процесса	Соотношение между фактическим и плановым объемами брака	Выход продукции, признанной годной с первого предъявления	Коэффициент брака	Коэффициент исправления брака	Коэффициент снижения объема продукции	Индекс воспроизводимости оборудования	Критический индекс воспроизводимости оборудования	Индекс воспроизводимости процесса	Критический индекс воспроизводимости процесса	Среднее время безотказной работы	Среднее время до отказа	Среднее время до ремонта	Коэффициент внепланового технического обслуживания
Сроки технического обслуживания	Время наработки на отказ																							●		
	Время безотказной работы																						●			
	Время наработки до ремонта																								●	
	Событие отказа																						●	●	●	
	Продолжительность внепланового технического обслуживания																									●
	Продолжительность профилактического технического обслуживания																									●

А.3 Диаграммы модели действия KPI-показателей

Рисунки с А.1 до А.36 иллюстрируют KPI-показатели для управления производственными процессами (MOM). На всех диаграммах данного приложения приведены стрелки, назначение которых приводится в таблице А.2.

Таблица А.2 — Обозначения на диаграммах модели действия KPI-показателей

Стрелка	Пояснение
—·—·—►	Результат, получаемый при использовании формулы для расчета KPI-показателя
————	Показывает включение элемента (в соотношении 1:1)
- - - - - - - - ►	Показывает наличие элемента (зарегистрированного или введенного)
————►	Показывает сочетание элементов (в соотношении 1:n)

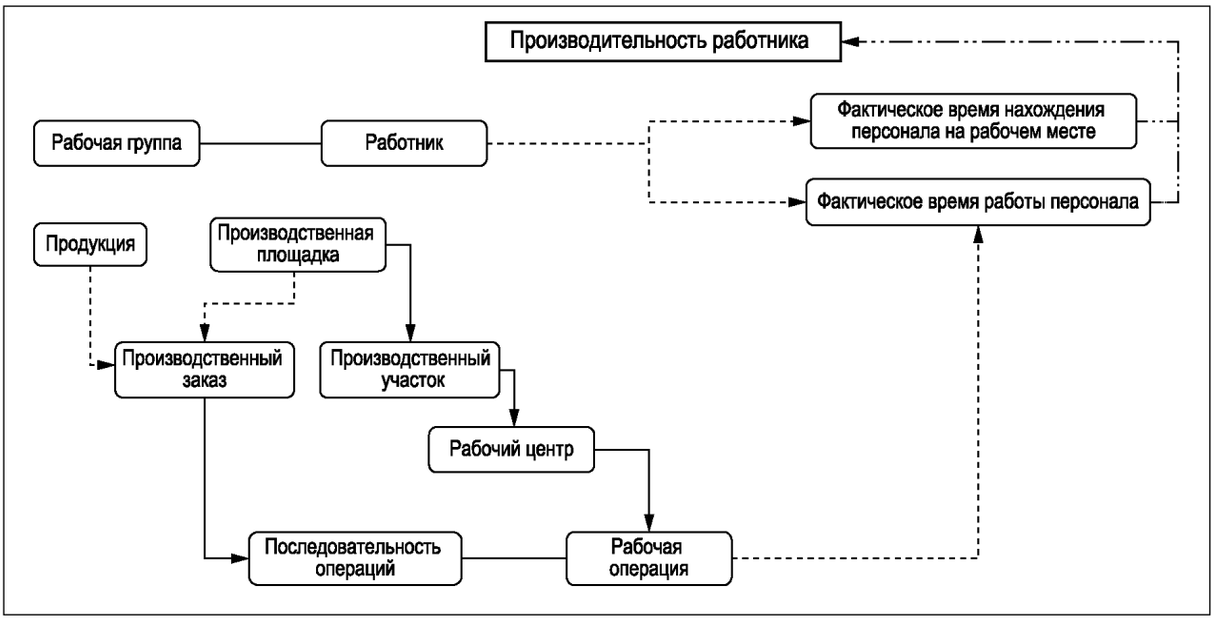


Рисунок А.1 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Производительность работника»

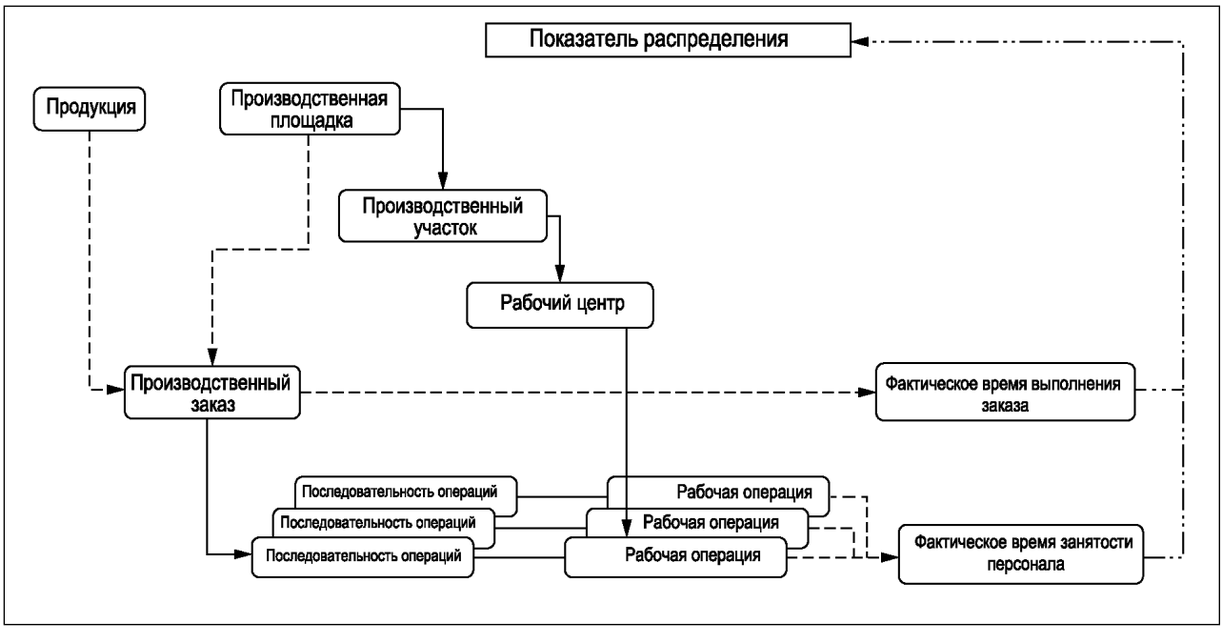


Рисунок А.2 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Показатель распределения»

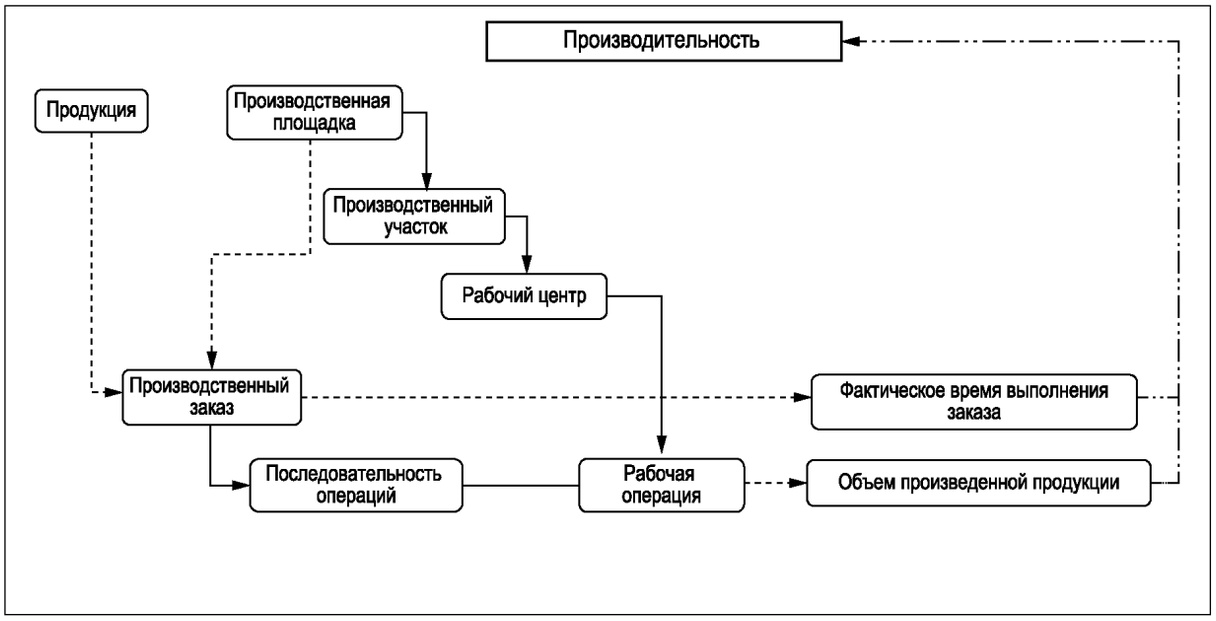


Рисунок А.3 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Производительность»

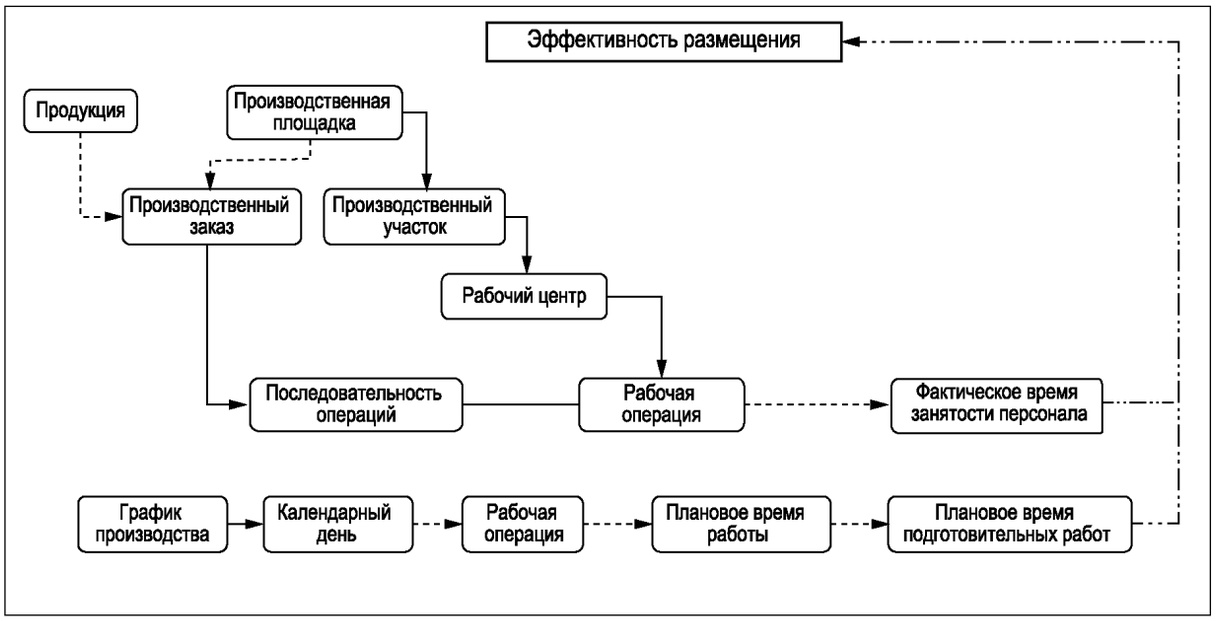


Рисунок А.4 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Эффективность размещения»

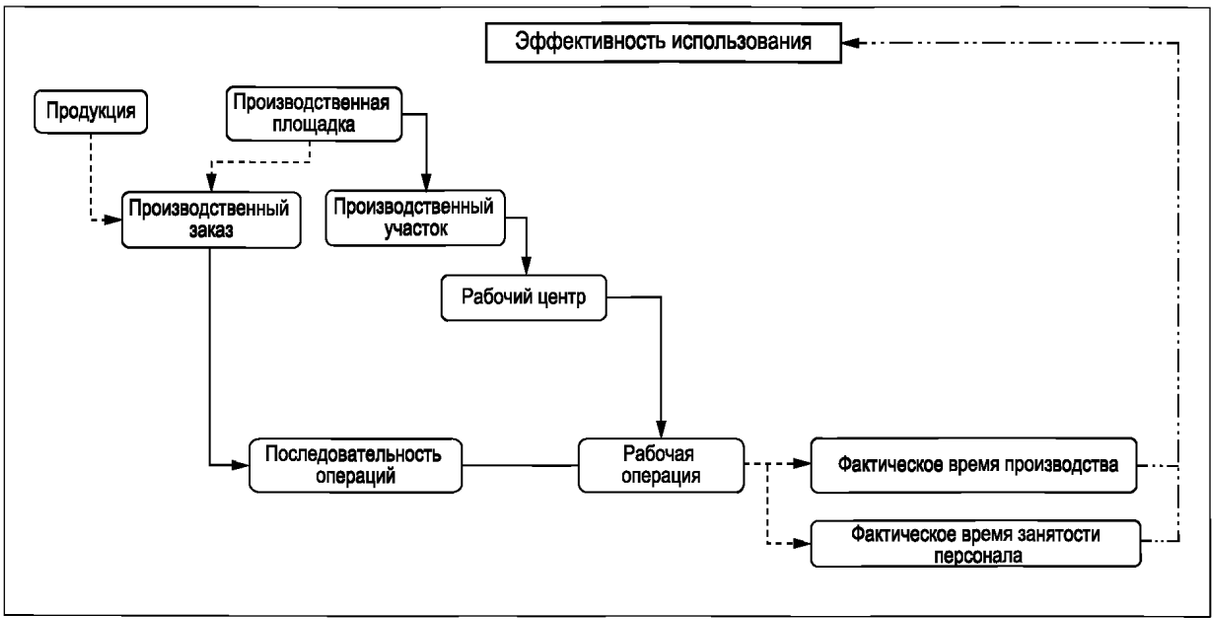


Рисунок А.5 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Эффективность использования»

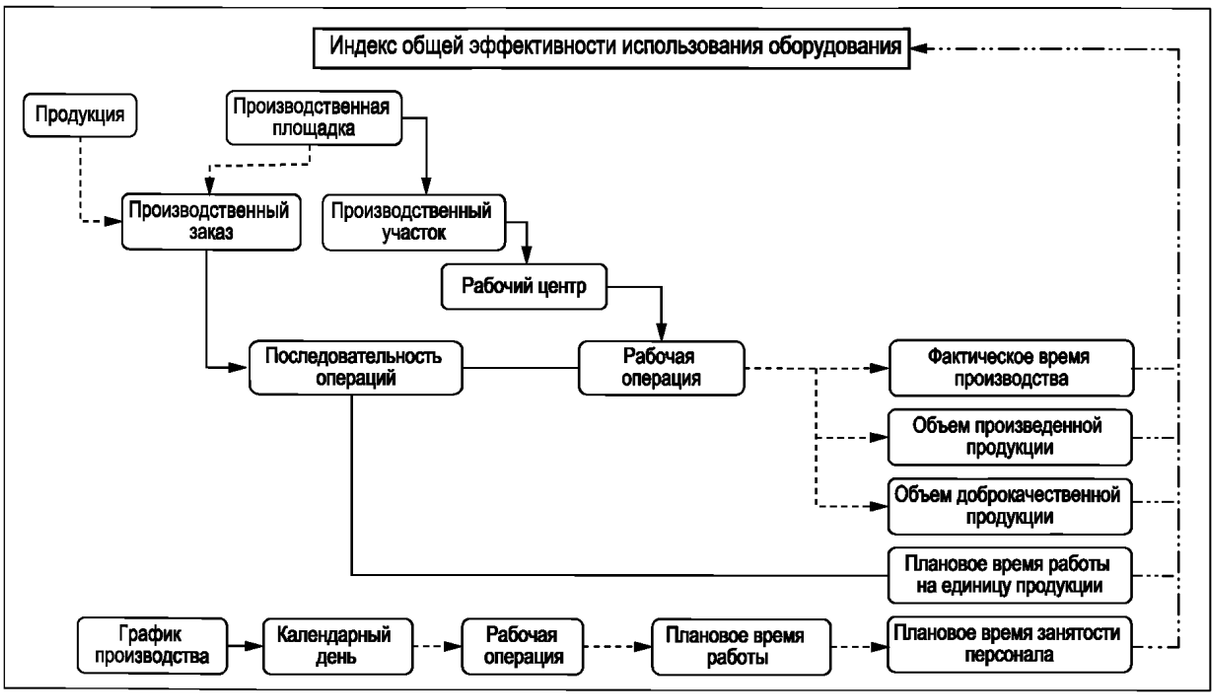


Рисунок А.6 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Индекс общей эффективности использования оборудования»

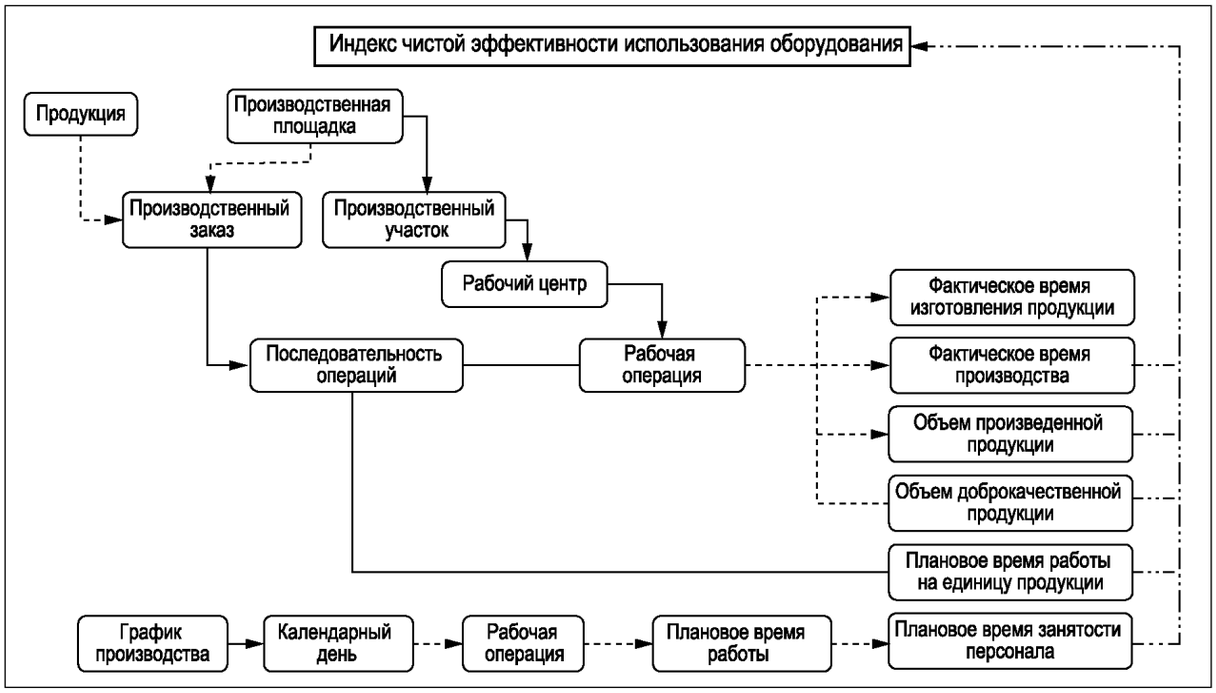


Рисунок А.7 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Индекс чистой эффективности использования оборудования (NEE)»

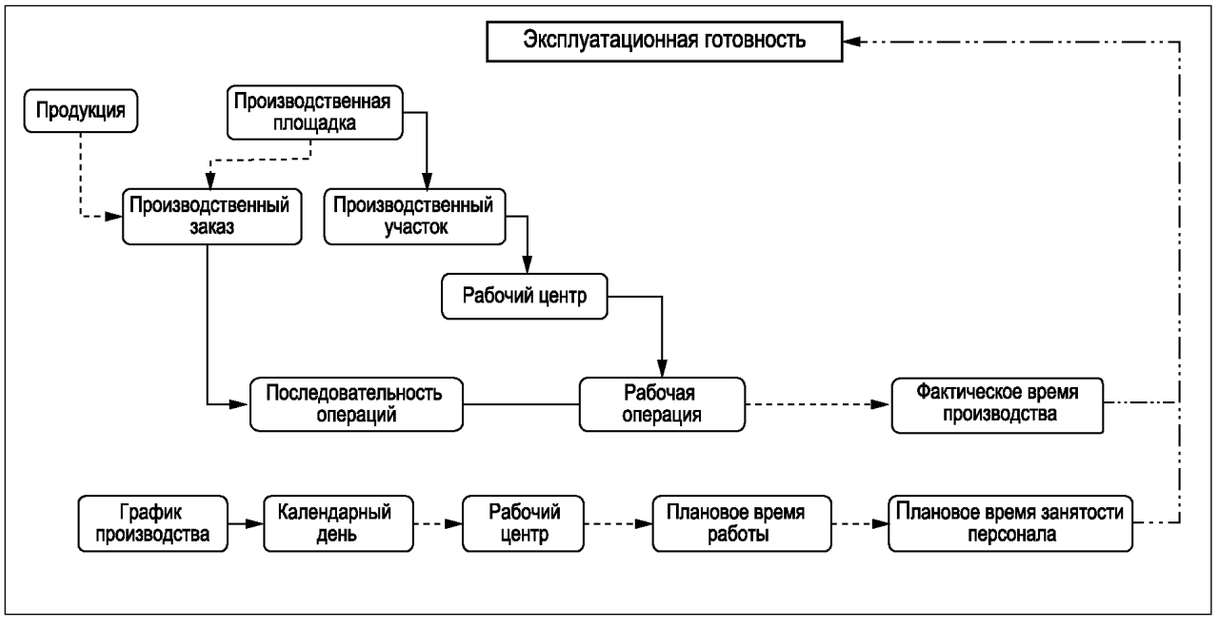


Рисунок А.8 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Эксплуатационная готовность»

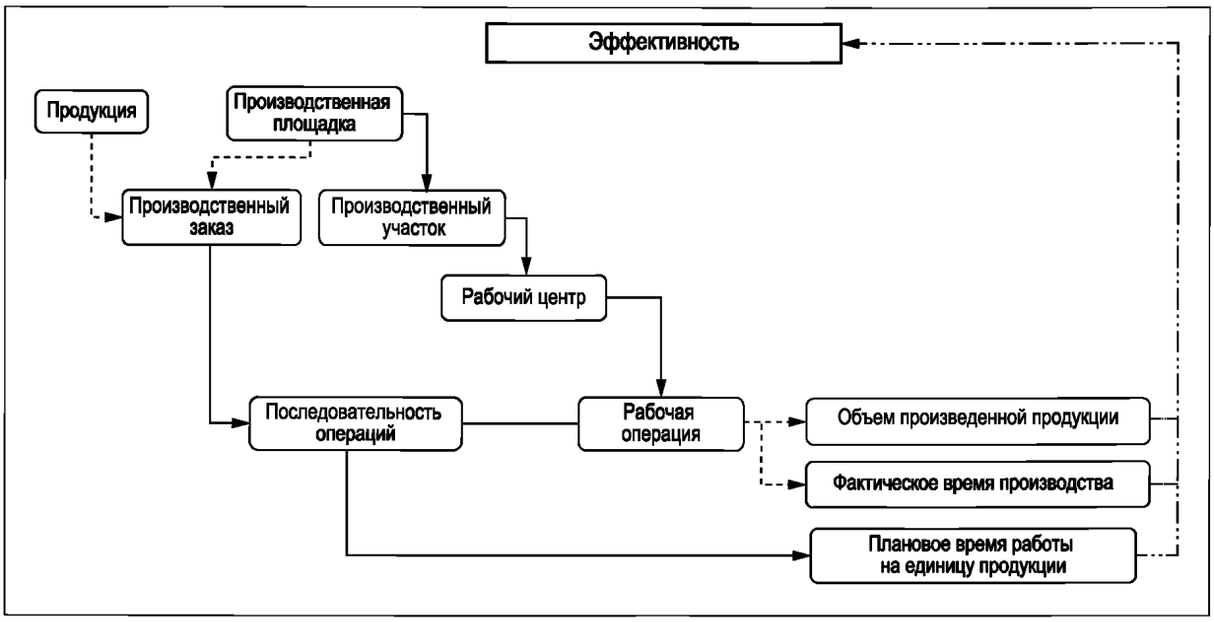


Рисунок А.9 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Эффективность»

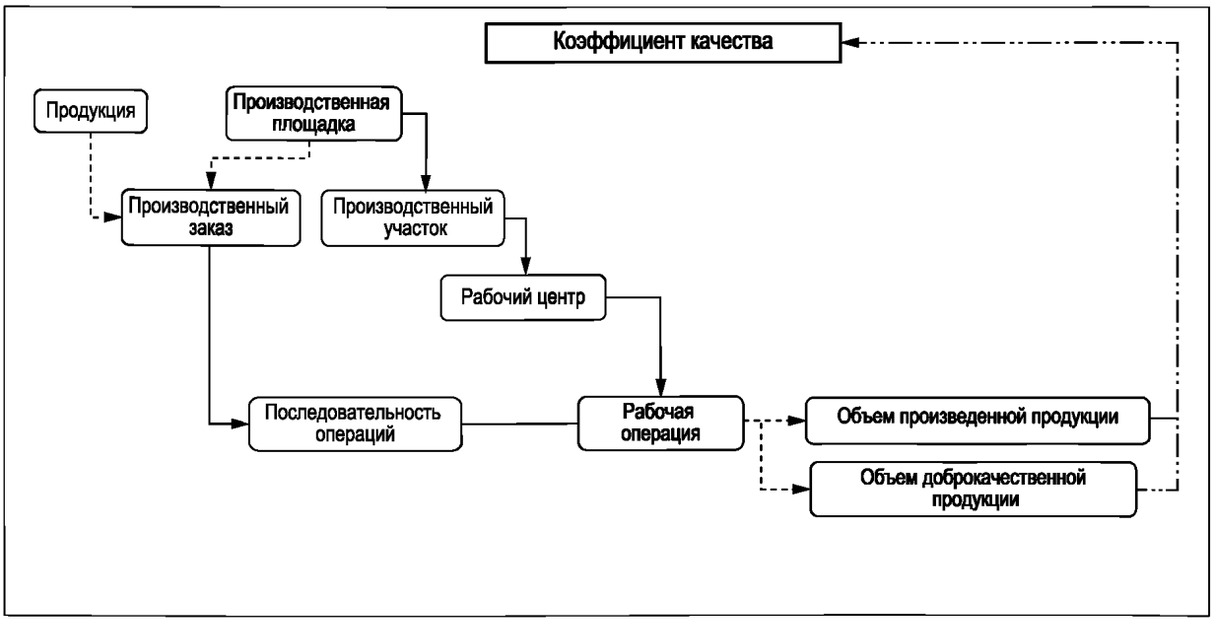


Рисунок А.10 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Коэффициент качества»

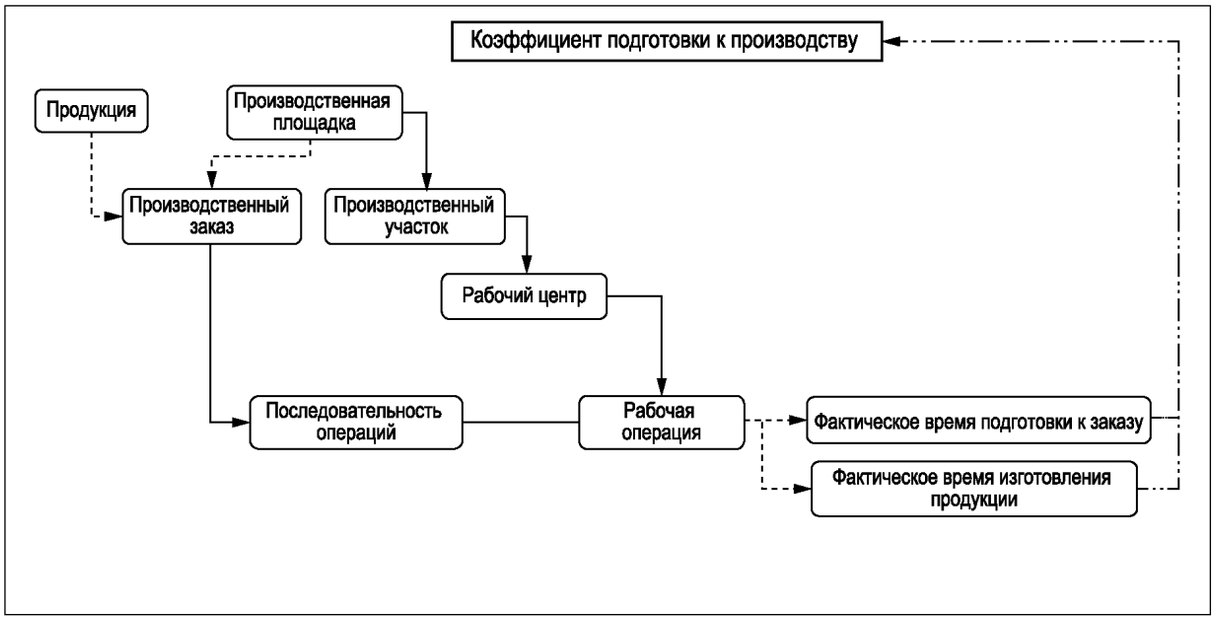


Рисунок А.11 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Коэффициент подготовки к заказу»

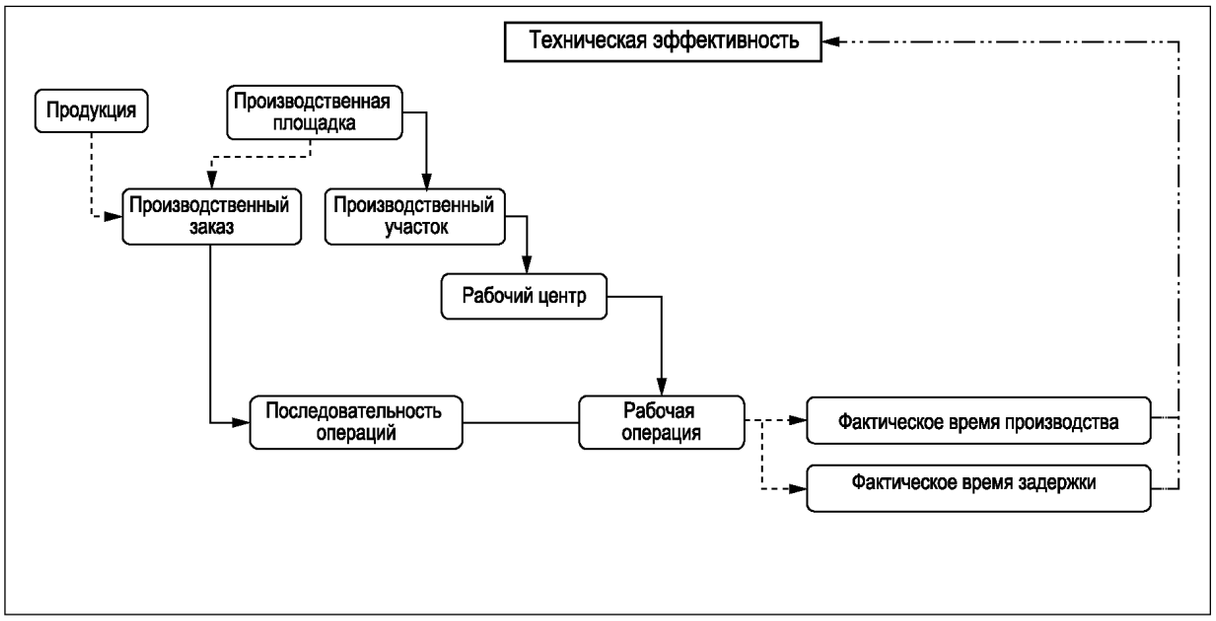


Рисунок А.12 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Техническая эффективность»

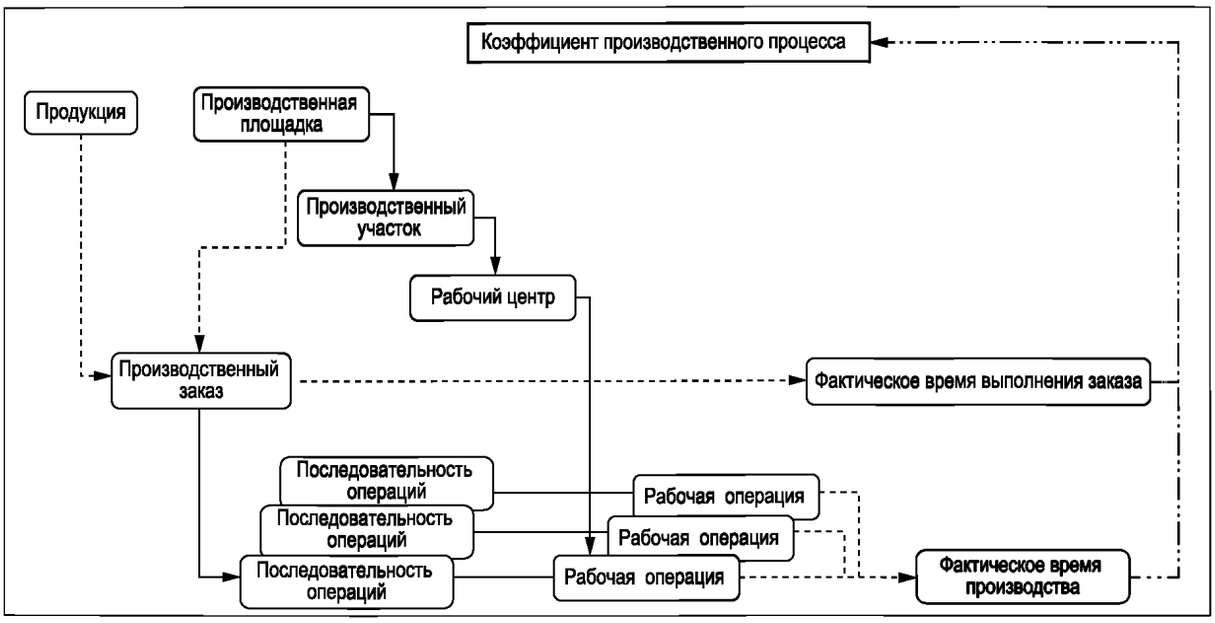


Рисунок А.13 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Коэффициент производственного процесса»

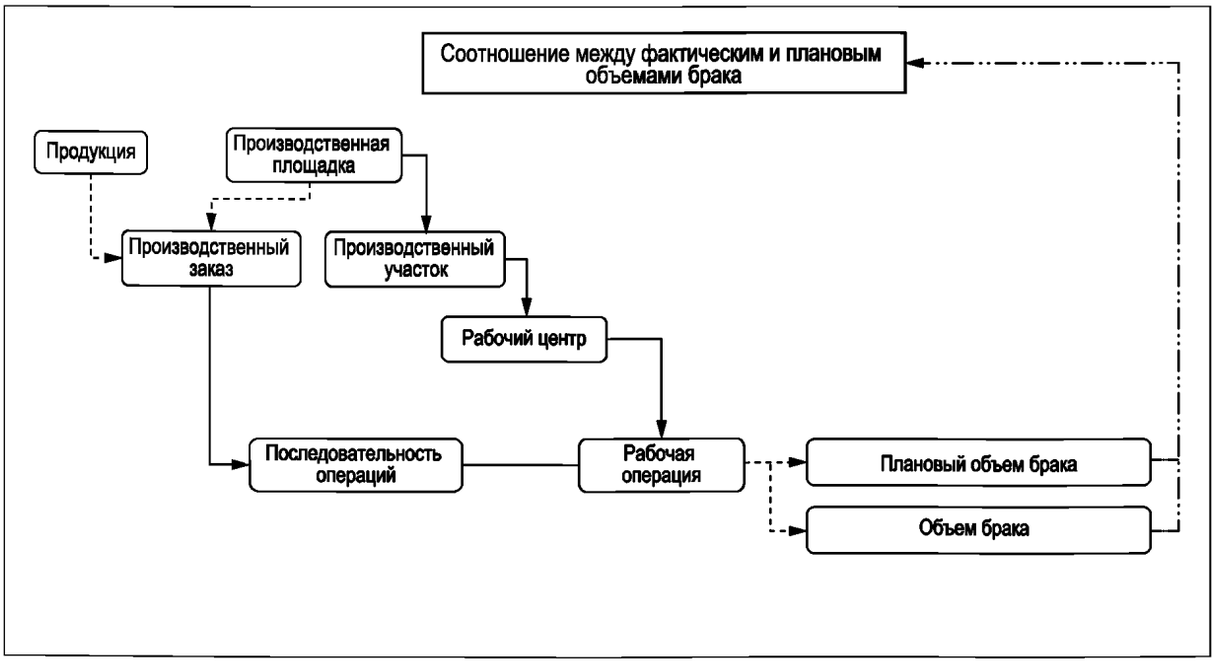


Рисунок А.14 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Соотношение между фактическим и плановым объемами брака»

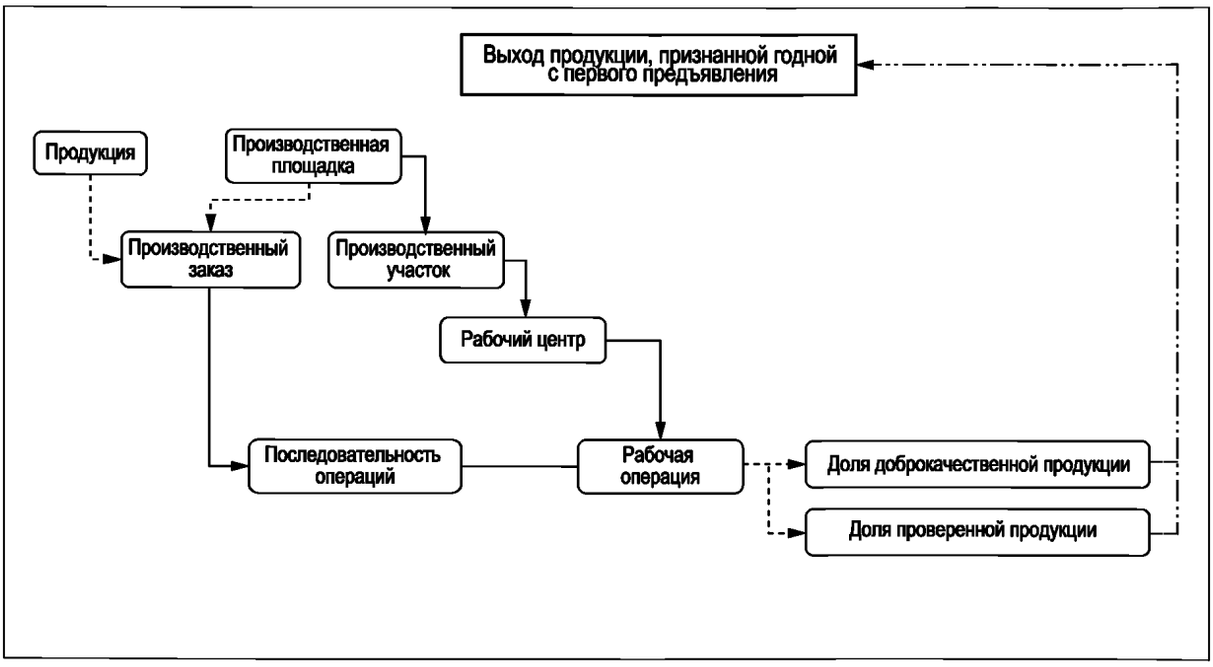


Рисунок А.15 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Выход продукции, признанной годной с первого предъявления»

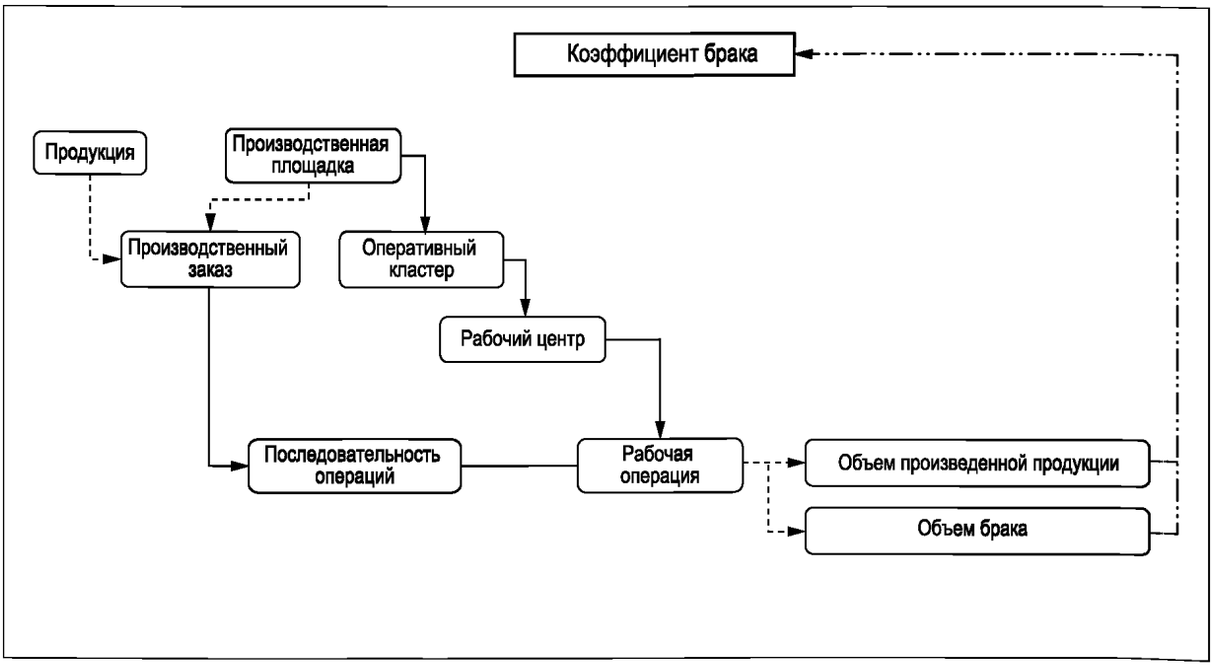


Рисунок А.16 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Коэффициент брака»

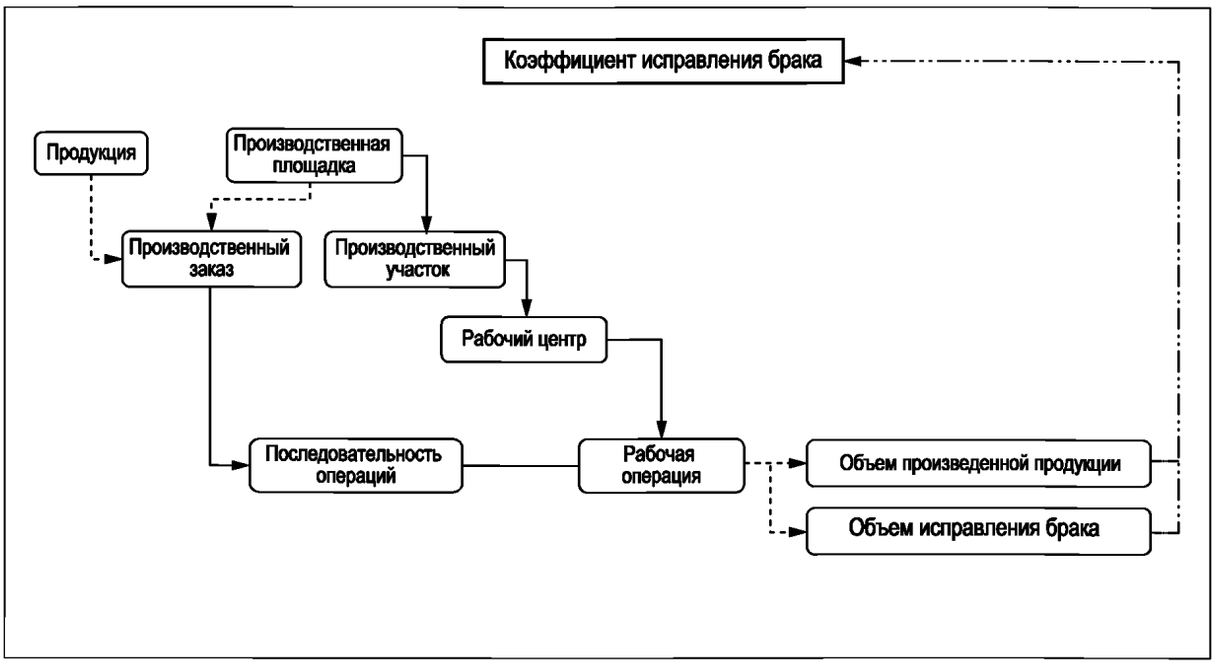


Рисунок А.17 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Коэффициент исправления брака»

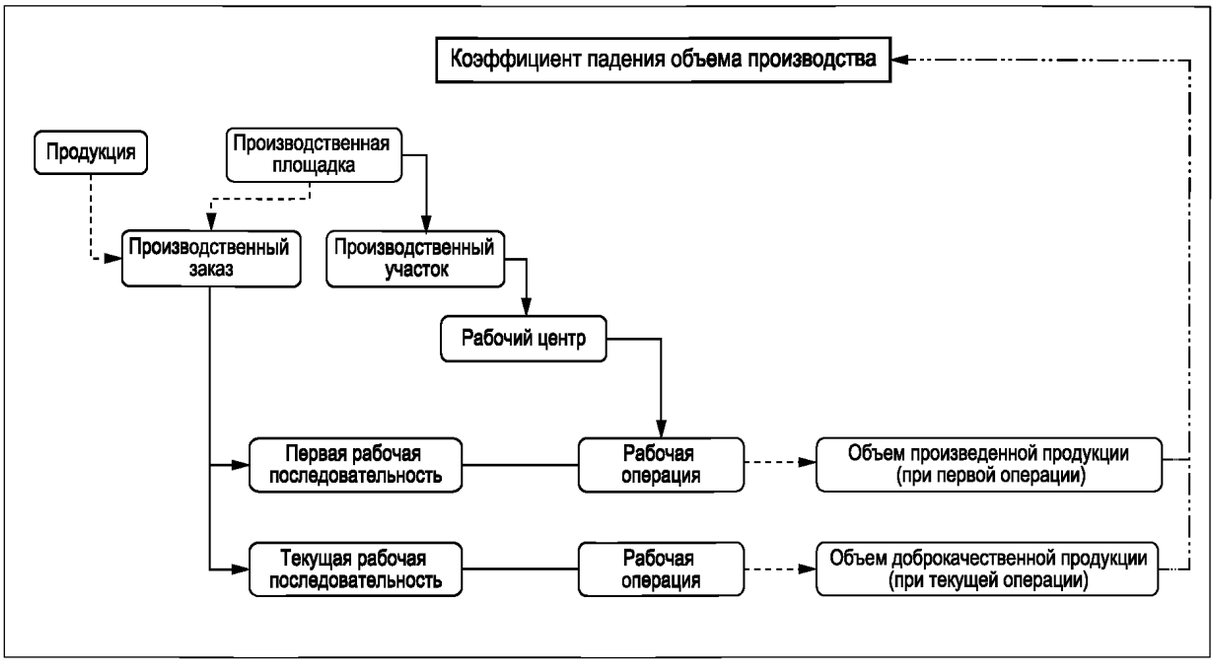


Рисунок А.18 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Коэффициент падения объема производства»

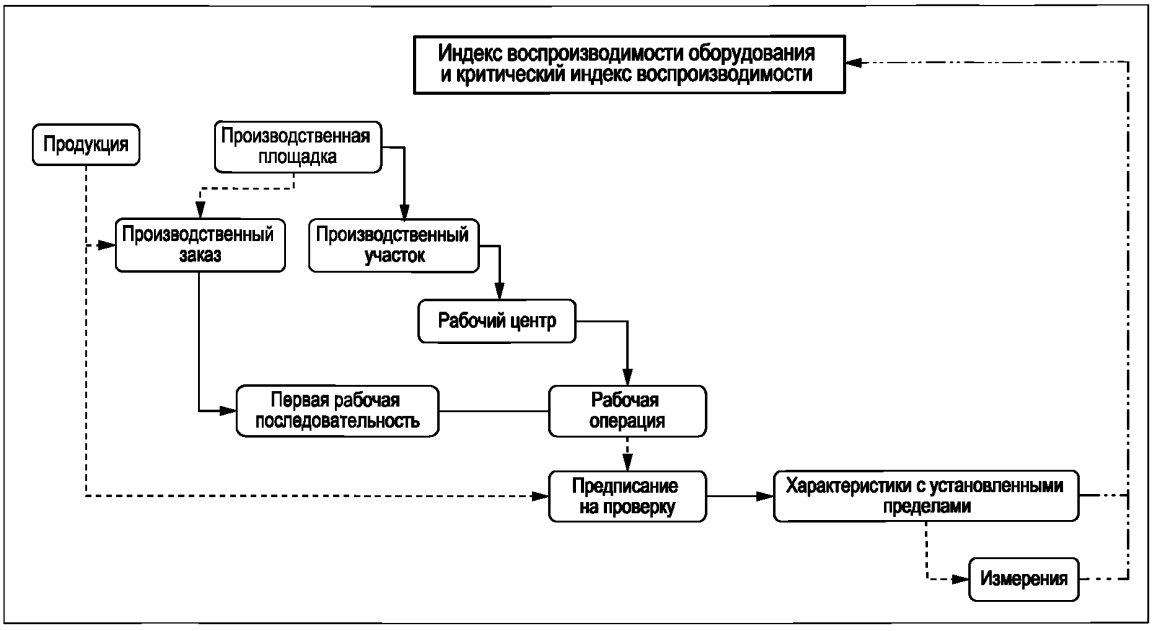


Рисунок А.19 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Индекс воспроизводимости оборудования и критический индекс воспроизводимости оборудования»

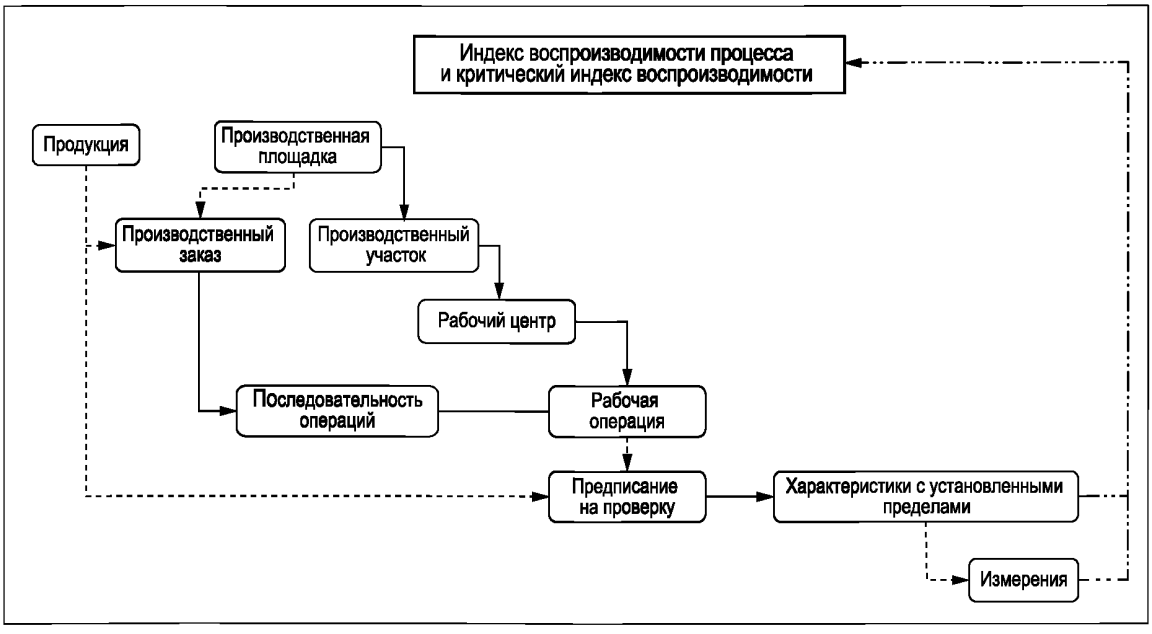


Рисунок А.20 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Индекс воспроизводимости процесса и критический индекс воспроизводимости процесса»

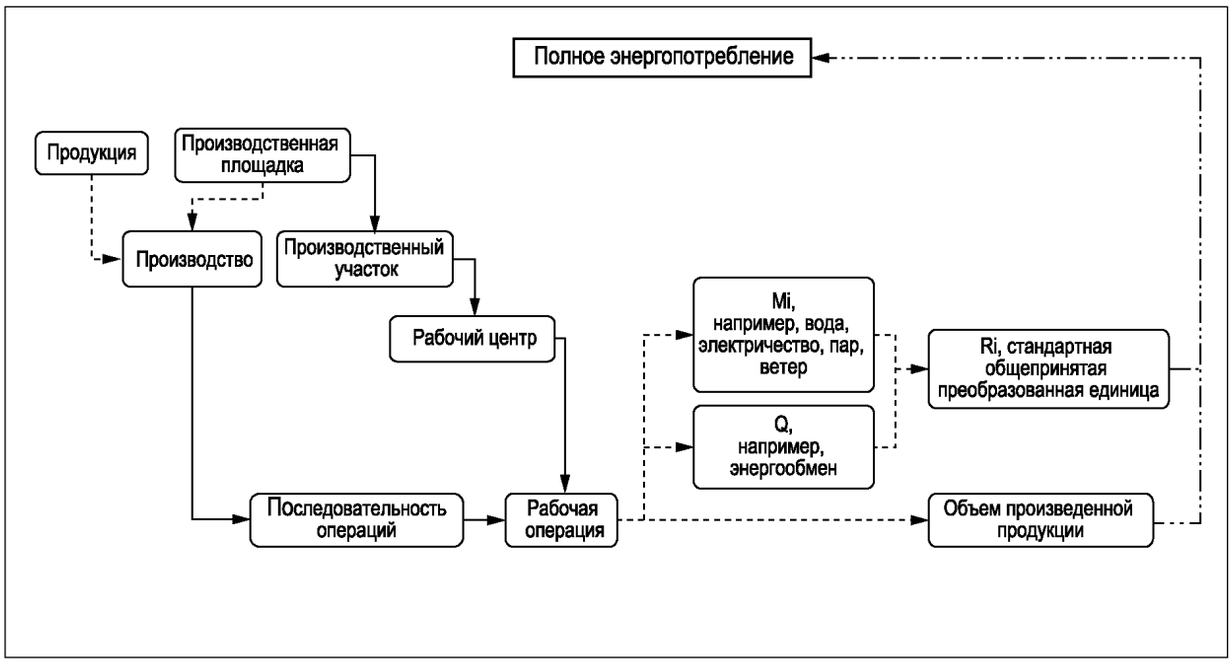


Рисунок А.21 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Полное энергопотребление»

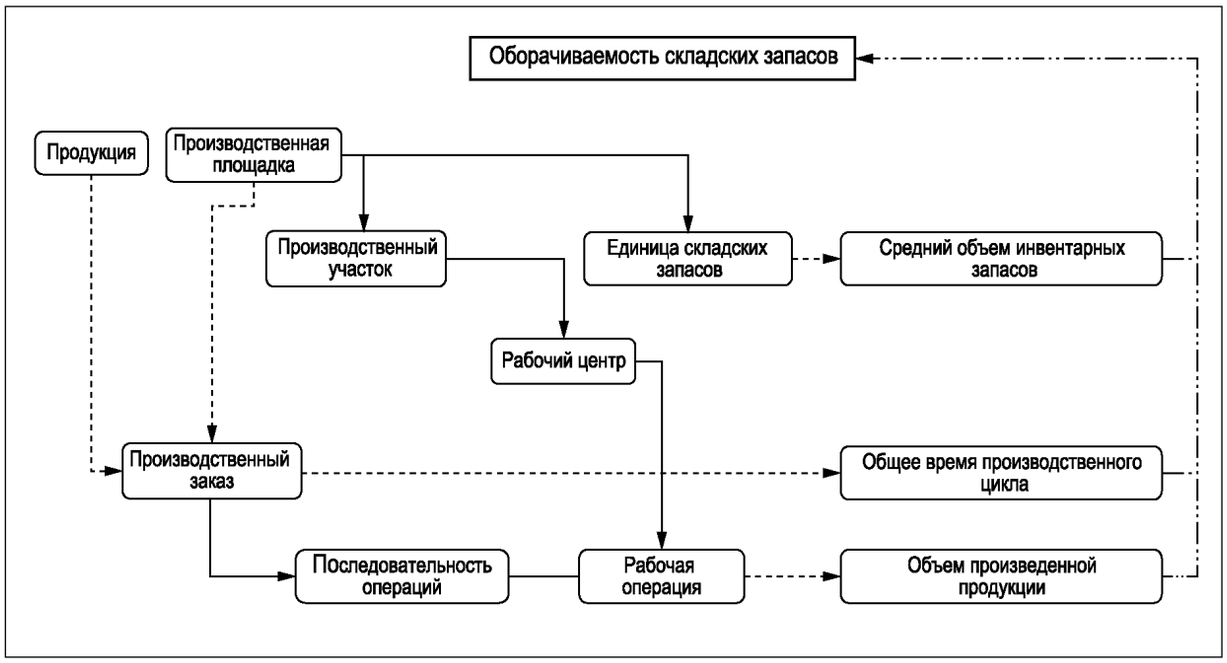


Рисунок А.22 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Оборачиваемость складских запасов»

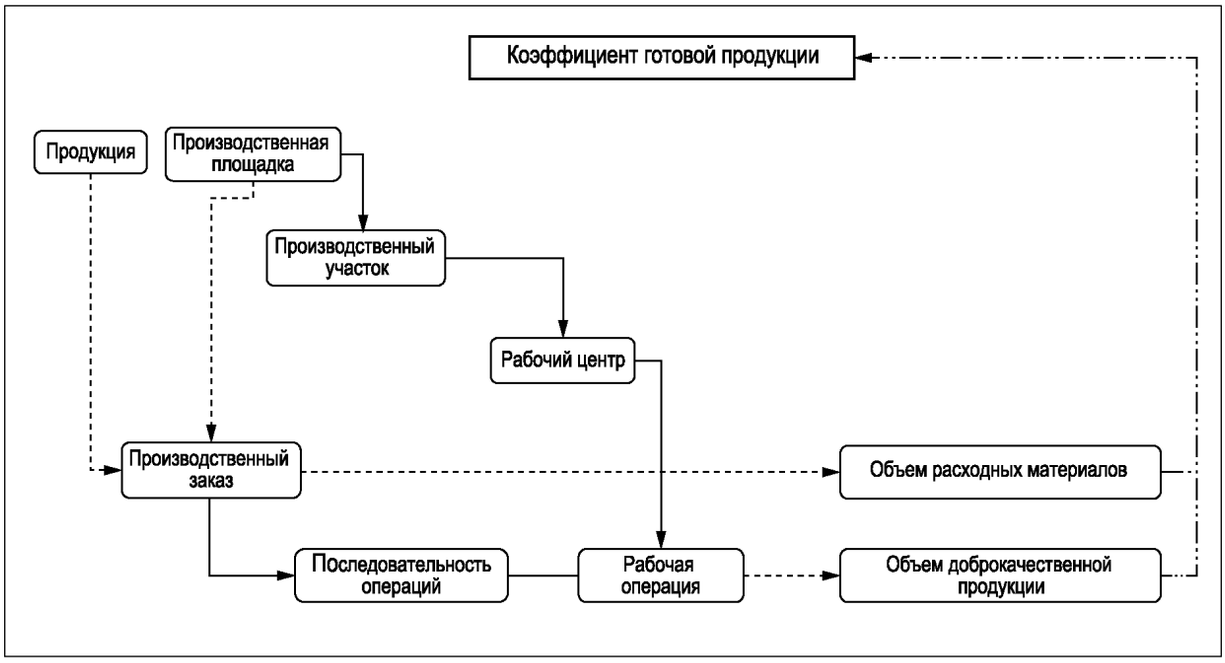


Рисунок А.23 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Коэффициент готовой продукции»

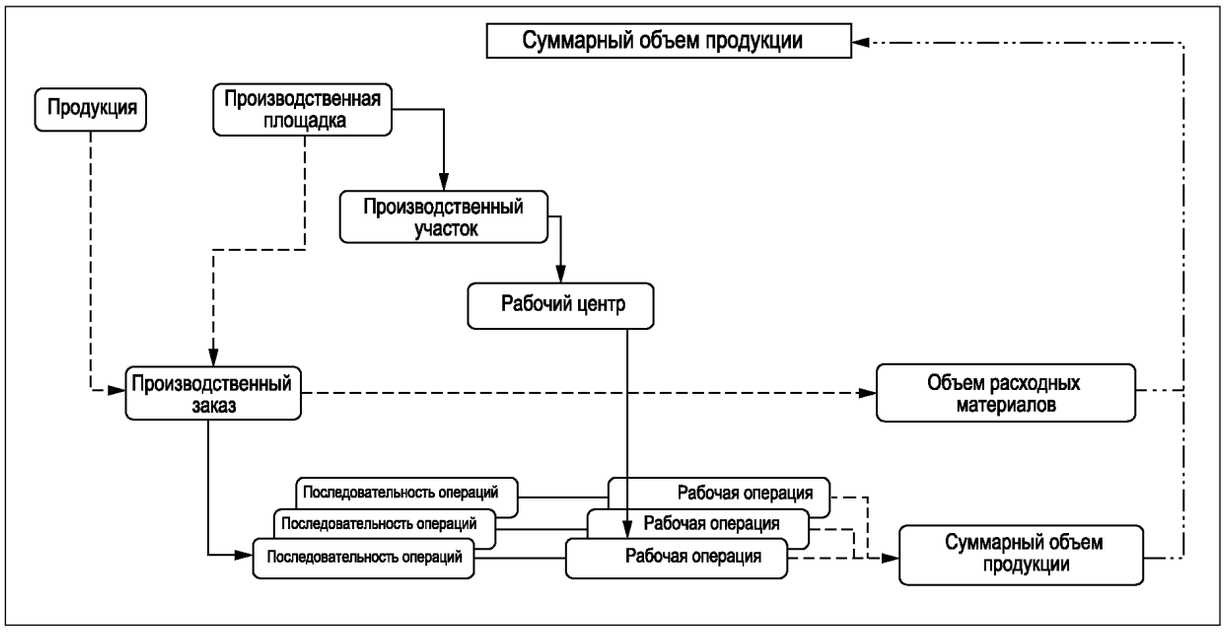


Рисунок А.24 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Суммарный объем продукции»

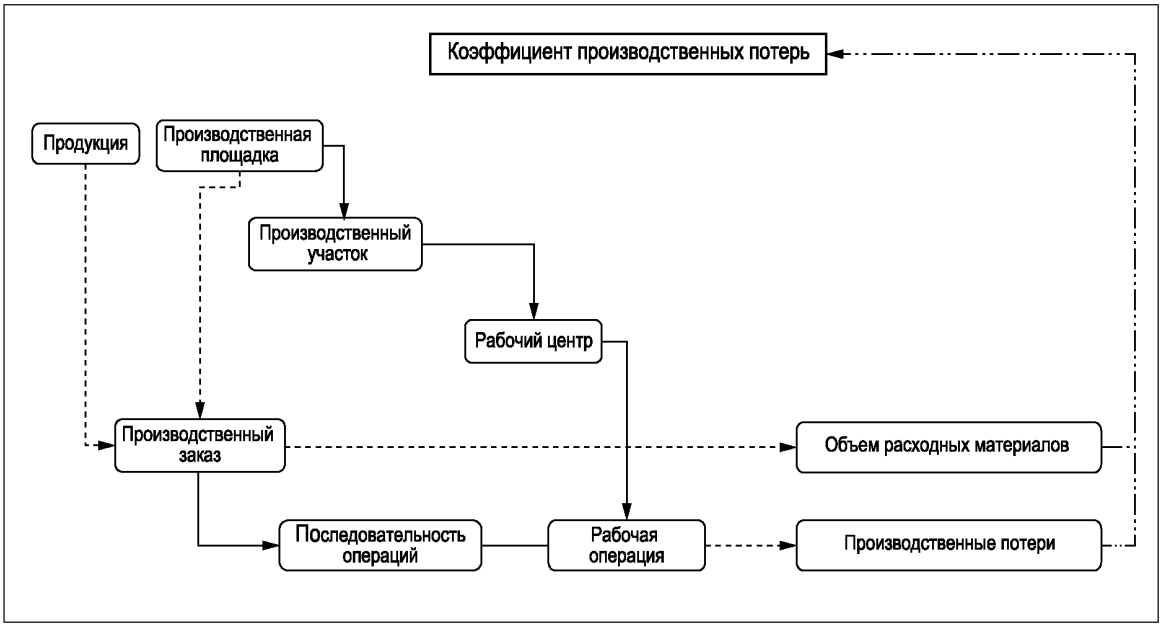


Рисунок А.25 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Коэффициент производственных потерь»

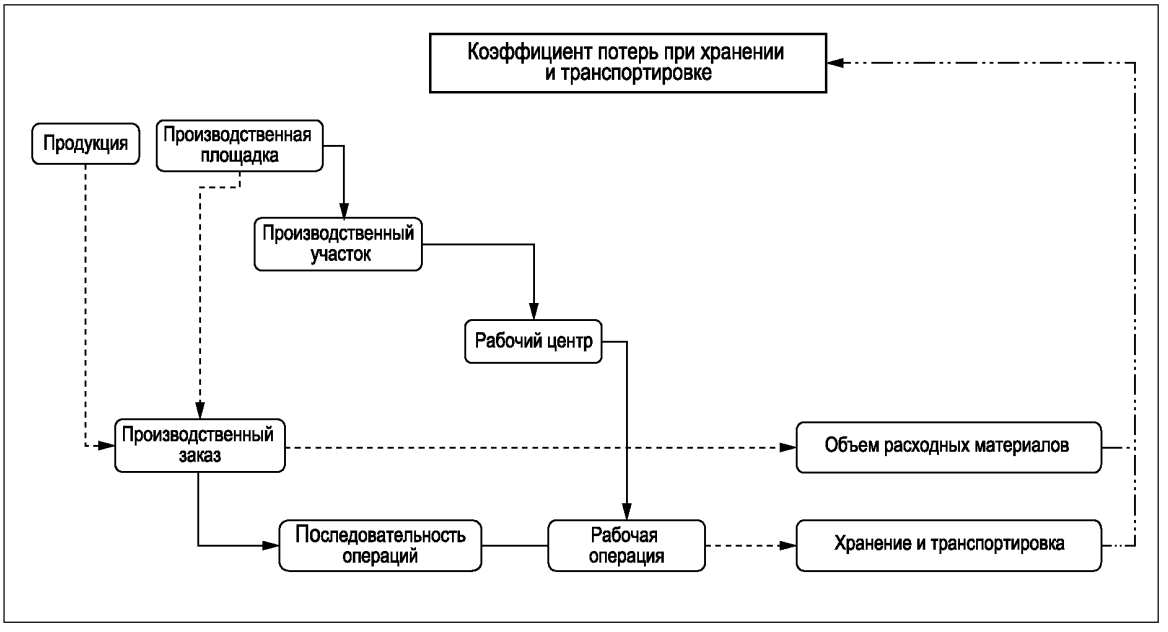


Рисунок А.26 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Коэффициент потерь при хранении и транспортировке»

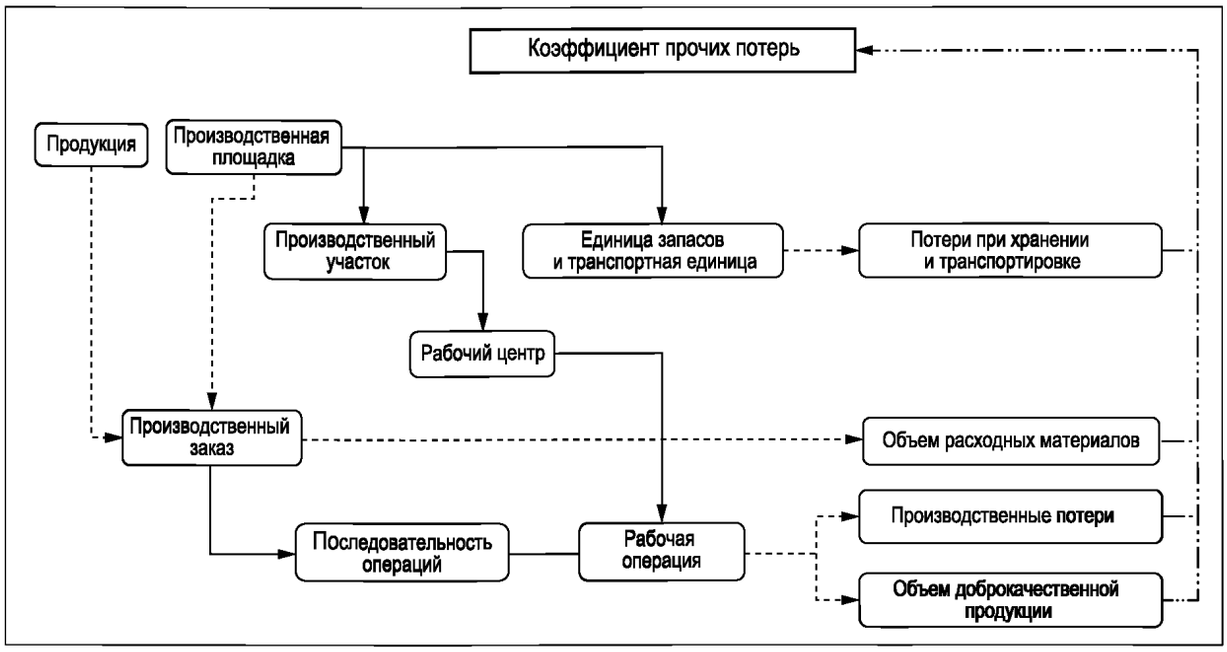


Рисунок А.27 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Коэффициент прочих потерь»

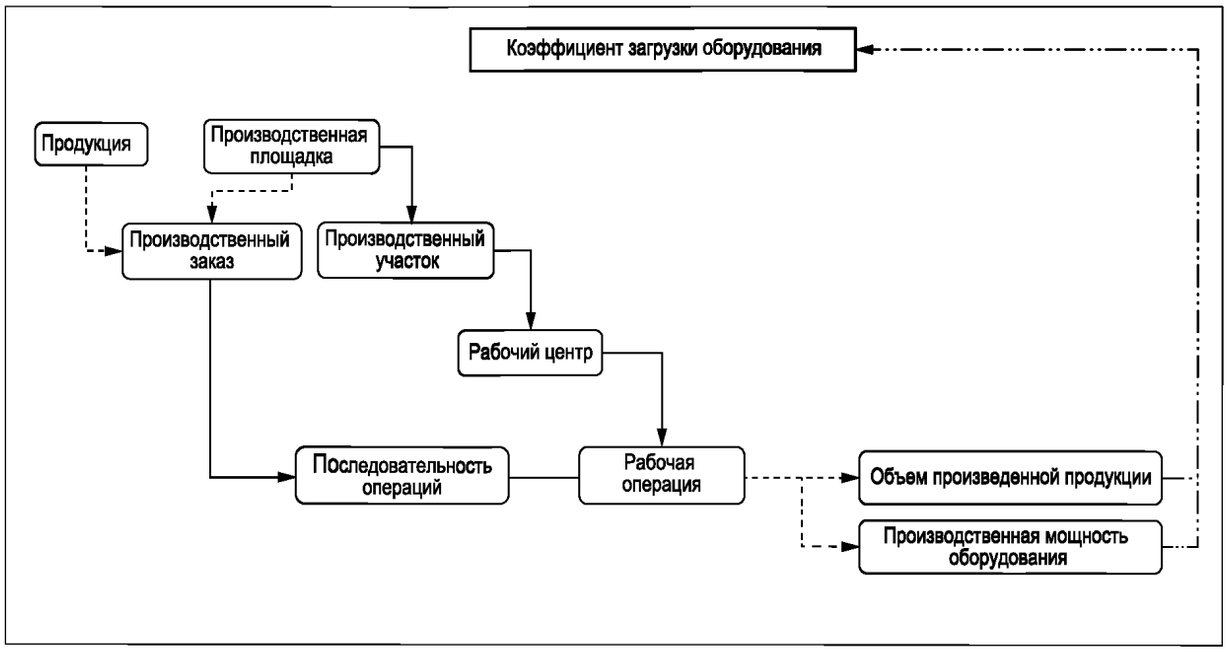


Рисунок А.28 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Коэффициент загрузки оборудования»

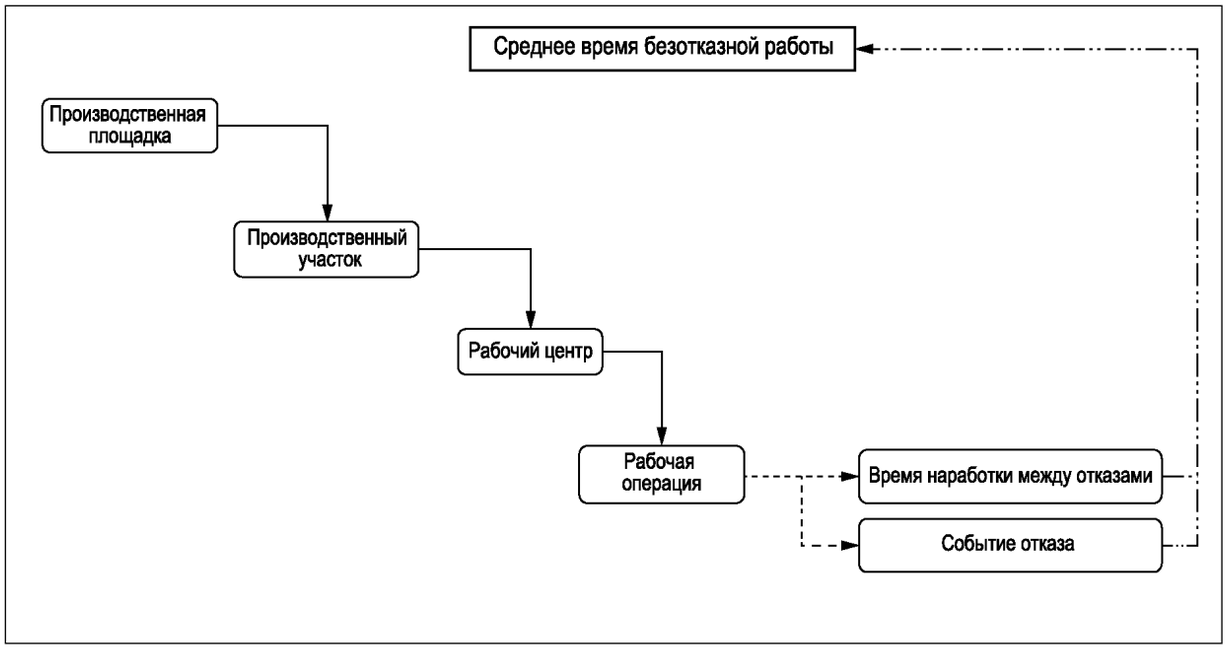


Рисунок А.29 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Среднее время безотказной работы»

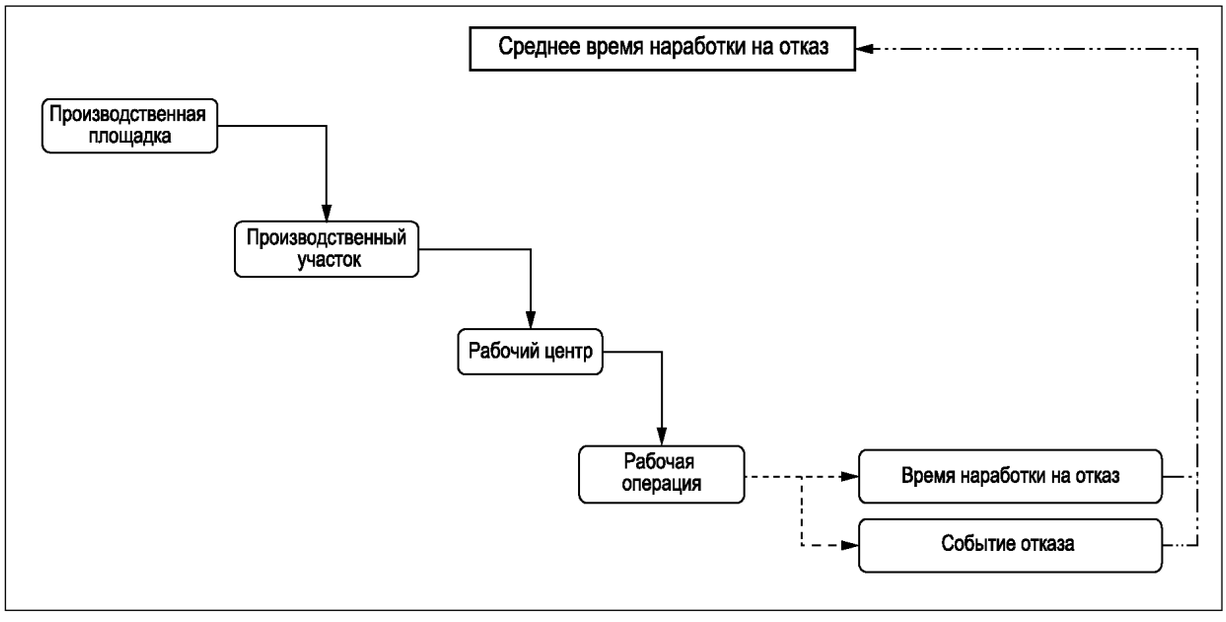


Рисунок А.30 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Среднее время наработки на отказ»

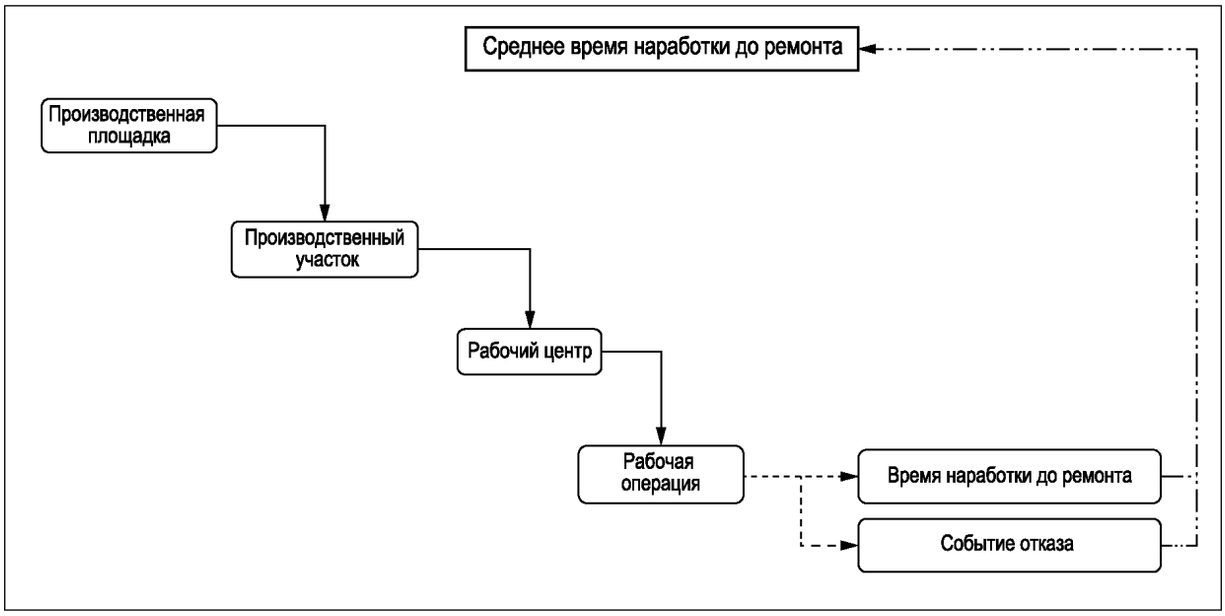


Рисунок А.31 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Среднее время наработки до ремонта»

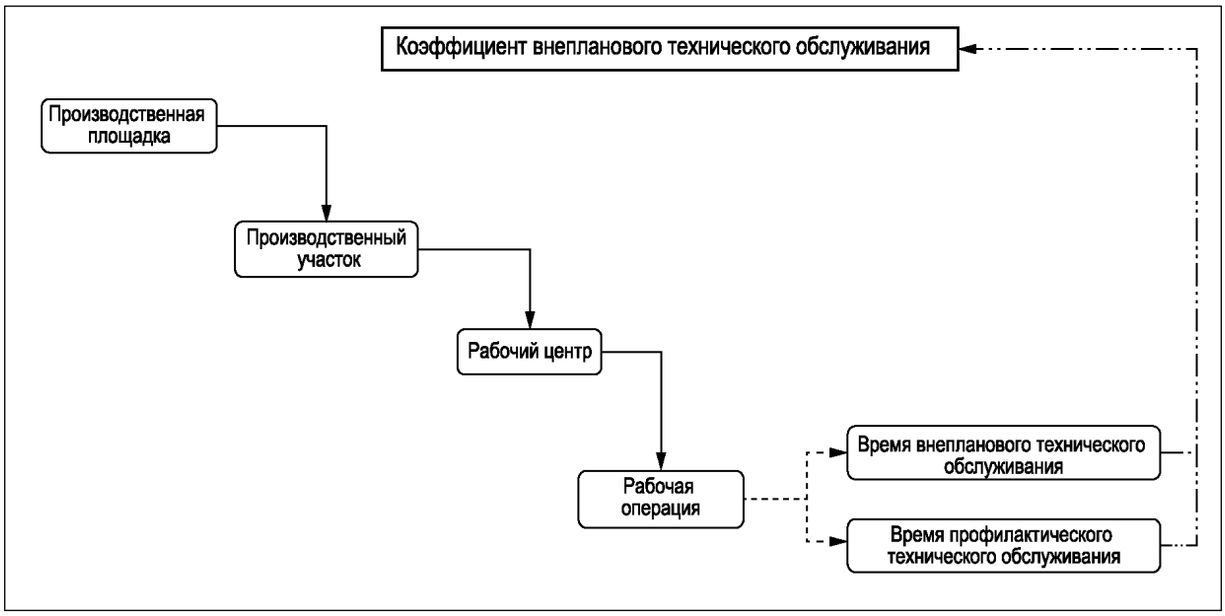


Рисунок А.32 — Диаграмма модели действия элементов KPI-показателя «Коэффициент внепланового технического обслуживания»

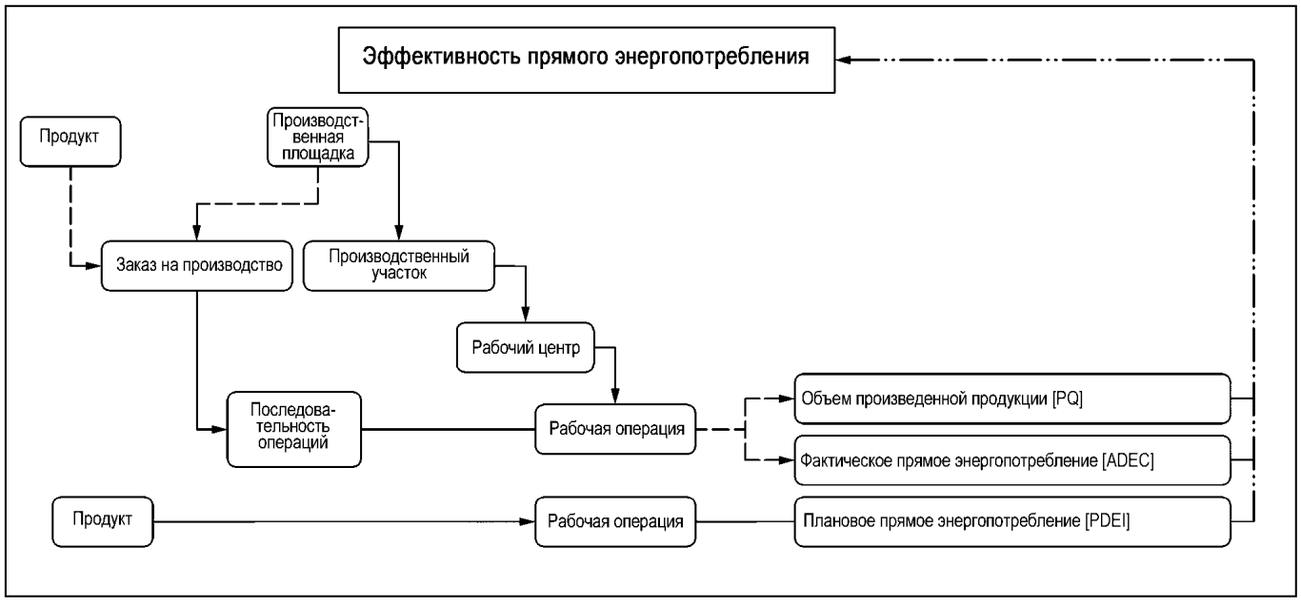


Рисунок А.33 — Эффективность прямого энергопотребления

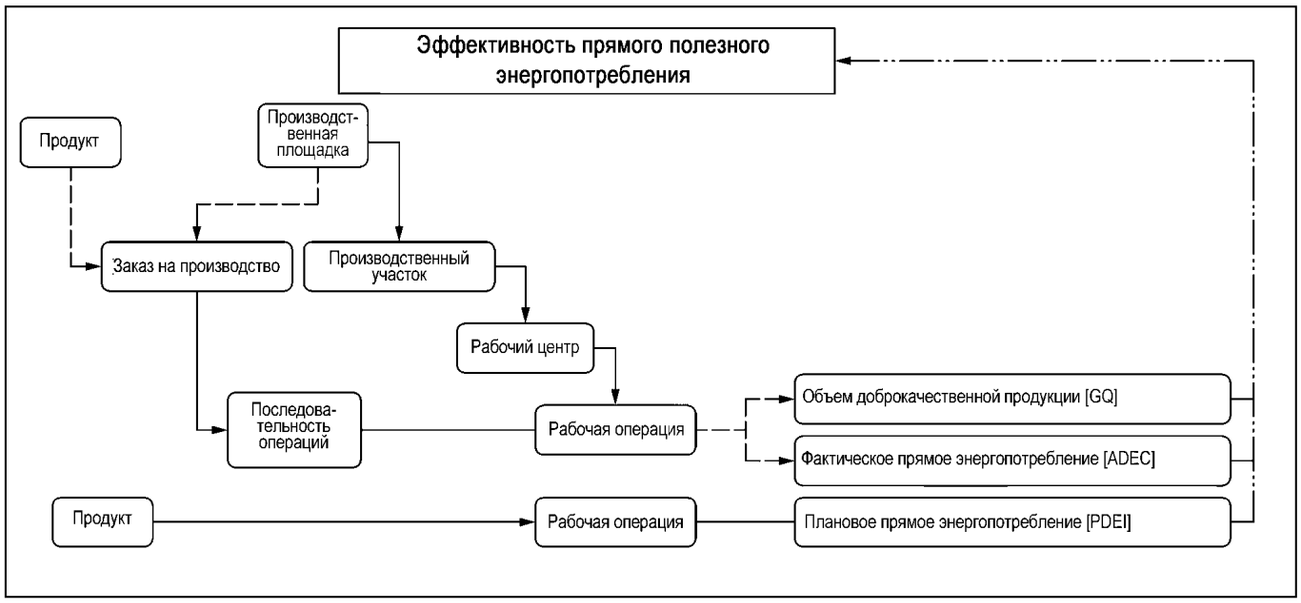


Рисунок А.34 — Эффективность прямого полезного энергопотребления

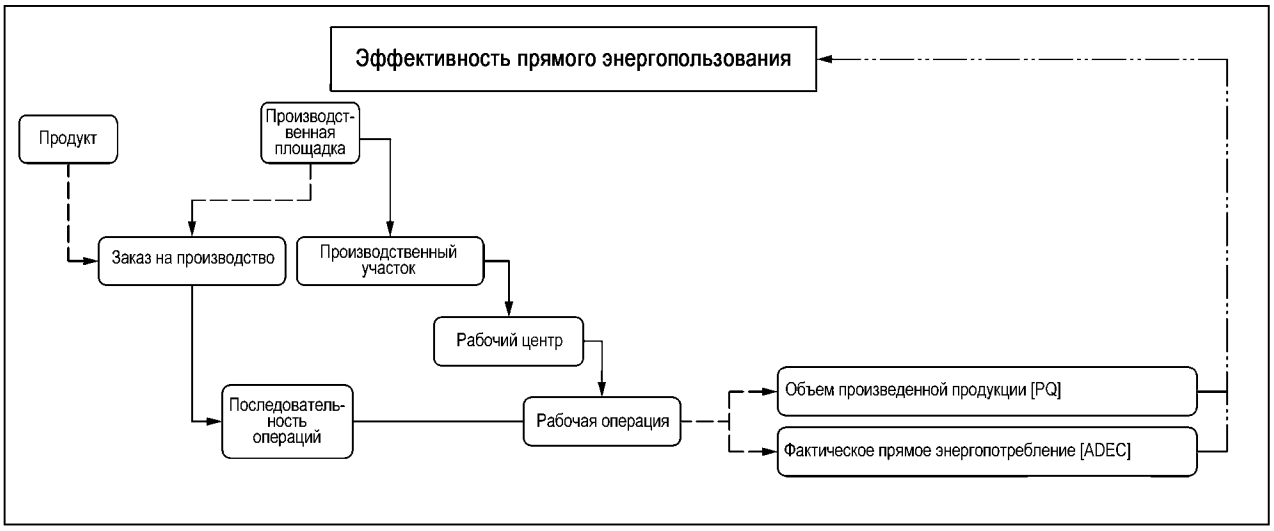


Рисунок А.35 — Эффективность прямого энергопользования

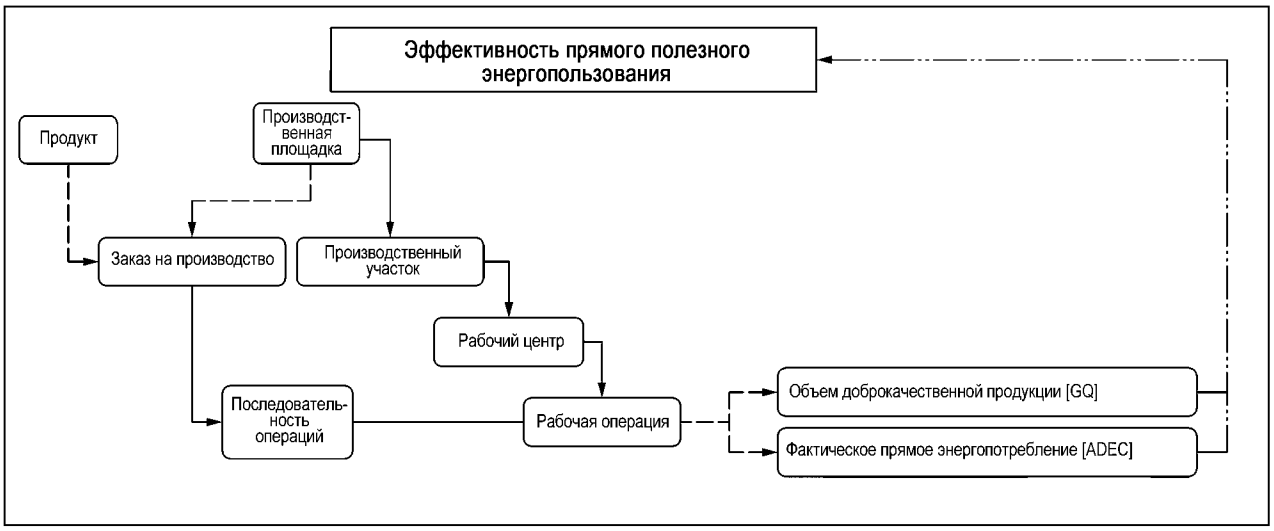


Рисунок А.36 — Эффективность прямого полезного энергопользования

Приложение В
(справочное)

Альтернативный расчет OEE-показателя, основанный на модели временных затрат

В.1 Общие сведения

Настоящее приложение можно использовать для расчета OEE-показателя (общей эффективности использования оборудования), основанного на принципе разбиения общего времени, например, потерь времени на операцию.

Примечание — В приложении В представлена временная модель рабочих операций, которая имеет различные разделенные по времени элементы, из которых формируют KPI-показатели (например, OEE-показатель). Представленная ниже модель отличается от приведенной в разделе 6.

В.2 Временная модель рабочих операций

На рисунке представлена временная модель расчета OEE-показателя.

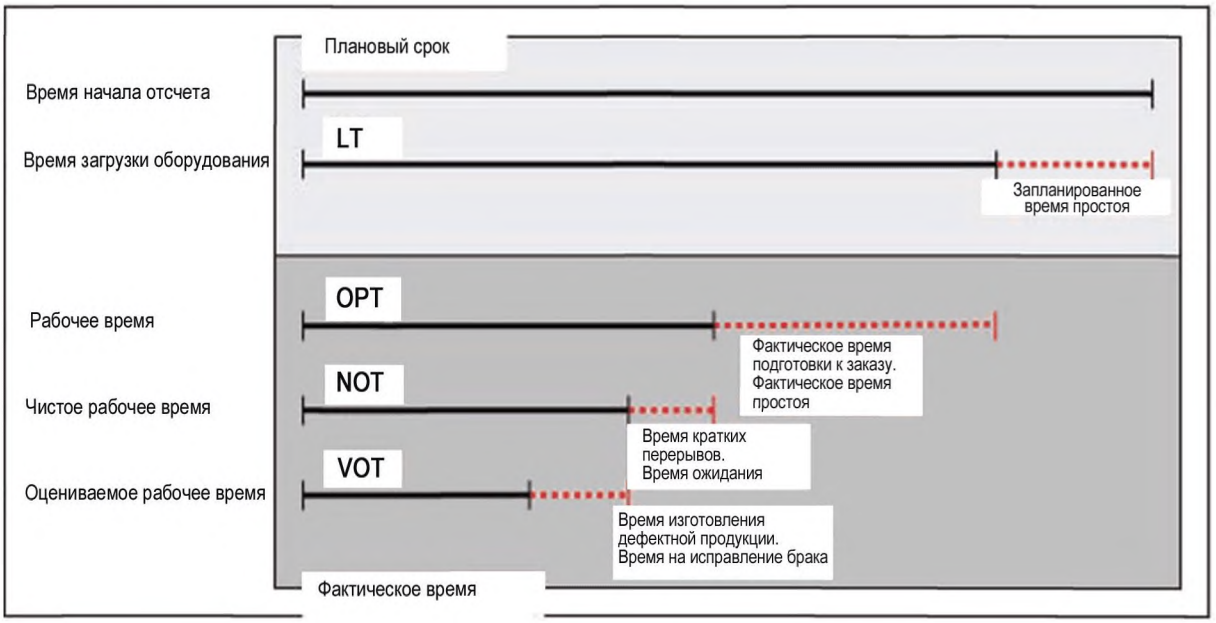


Рисунок В.1 — Временная модель для расчета общей эффективности использования оборудования (OEE)

В.3 KPI-показатели

KPI-показатели представлены в таблицах В.1—В.3.

Таблица В.1 — KPI-показатель «Индекс общей эффективности использования оборудования»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Индекс общей эффективности использования оборудования
Идентификатор (ID)	
Описание	OEE-индекс характеризует эксплуатационную готовность рабочего элемента, его эффективность и коэффициент готовой продукции, объединенные в один показатель

Окончание таблицы В.1

Область применения	Рабочая операция, продукция, тип дефекта
Расчетная формула	OEE-индекс = Эксплуатационная готовность * Показатель эффективности деятельности * Коэффициент готовой продукции
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный
Диаграмма модели действия	
Примечания Индекс общей эффективности использования оборудования (OEE) является мерой эффективности оборудования и/или предприятия, производственных модулей с несколькими станками или полных сборочных линий. OEE-индекс дает основу для совершенствования производства путем получения более качественной информации, идентификации производственных потерь, повышения качества продукции за счет оптимизации процессов. OEE-индекс характеризует существующую эксплуатационную готовность, эффективность рабочего элемента и показатель готовой продукции, которые сведены в характеристическую величину. Предварительно с помощью OEE-индекса и оценки производственных процессов следует исследовать критерии сопоставимости. Показатель «Коэффициент готовой продукции» приведен в таблице 26.	

Таблица В.2 — KPI-показатель «Эксплуатационная готовность»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Эксплуатационная готовность
Идентификатор (ID)	
Описание	Эксплуатационная готовность характеризует пропорцию времени между временем фактической работы оборудования (OPT) и временем его загрузки (LT) и представляет собой объем потерь из-за простоя оборудования
Область применения	Рабочая операция
Расчетная формула	Эксплуатационная готовность = OPT/LT
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 Максимальное значение: 100 %
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически
Получатели информации	Руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный
Диаграмма модели действия	
Примечание — Эксплуатационную готовность также часто называют «уровнем использования».	

Таблица В.3 — KPI-показатель «Коэффициент эффективности производственной деятельности»

Описание KPI-показателя	
Контентная информация:	
Наименование	Коэффициент эффективности производственной деятельности
Идентификатор (ID)	
Описание	Коэффициент эффективности производственной деятельности связывает чистое рабочее время (NOT) со временем работы (OPT)
Область применения	Рабочая операция, продукция, производственный заказ
Расчетная формула	Коэффициент эффективности деятельности = NOT/OPT
Единица измерений	%
Диапазон	Минимальное значение: 0 Максимальное значение: 100 % Значение 100 % может быть превышено, если плановое время производства для каждого рабочего элемента будет превышать фактическое время производства
Тренд	Чем выше этот показатель, тем лучше
Контекстная информация:	
График расчетов	По запросу, периодически, в режиме реального времени
Получатели информации	Операторы, руководители нижнего звена, руководители среднего и высшего звена
Режим производства	Непрерывный, серийный
Диаграмма модели действия	

Примечания

Коэффициент эффективности деятельности является мерой рабочих характеристик процесса и характеризует разрыв между контрольным и фактическим временами циклов, т. е. потерю производительности производства. Коэффициент эффективности деятельности — это характеристическая величина, которую можно рассчитывать и отображать на коротких временных интервалах во время работы оборудования.

Коэффициент эффективности деятельности также называют «фактором эффективности » или «показателями деятельности».

Библиография

[1] ISO 13053-1 Quantitative methods in process improvement — Six Sigma — Part 1: DMAIC methodology

[2] ISO 13053-2 Quantitative methods in process improvement — Six Sigma — Part 2: Tools and techniques

[3] ISO 22400-1 Automation systems and integration — Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management — Part 1: Overview, concepts and terminology

[4] IEC 60050-191 International Electrotechnical Vocabulary — Chapter 191: Dependability and quality of service

[5] IEC 62264-1 Enterprise-control system integration — Part 1: Models and terminology

[6] IEC 62264-3 Enterprise-control system integration — Part 3: Activity models of manufacturing operations

[7] ISO 80000 (all parts) Quantities and units

[8] IEC 80000 (all parts) Quantities and units

[9] VDMA, Association of German Machinery and Equipment Manufacturers, KPI standard sheets

[10] DIN NA 060-30-05-03 Definition of MES and Quality Management Requirements on MES

[11] ISO 20140-1 Automation systems and integration — Evaluating energy efficiency and other factors of manufacturing systems that influence the environment — Part 1: Overview and general principles

[12] ISO 50001 Energy management systems — Requirements with guidance for use

УДК 658.52.011.56.006.354 ОКС 25.040.01

Ключевые слова: KPI-показатели, ключевые технико-экономические показатели, интероперабельность, управление производственным процессом

БЗ 10—2019/144

Редактор *П.К. Одинцов*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 23.09.2019. Подписано в печать 15.10.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 8,37. Уч.-изд. л. 6,70.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru