

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

Ю.Н. ПРОНИЧЕВ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
В АВИАДВИГАТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Электронное учебное пособие

САМАРА
2012

УДК 621.757.002

Автор: **ПРОНИЧЕВ Юрий Николаевич**

Рецензент:

зав. каф. «Механической обработки материалов», д-р. техн. наук, проф. Скура-
тов Д.Л.

Проничев, Ю. Н. Повышение эффективности обслуживания технологических комплексов в авиадвигательном производстве. [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Ю. Н. Проничев ; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. (3,87 Мбайт). - Самара, 2012. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

В учебном пособии изложен методологический материал по обследованию современного авиадвигательного производства и повышению его эффективности. Рассмотрены принципы обеспечения высокой производительности при внедрении современных высокотехнологичных станочных систем в металлообработке. Рассмотрены методики обследования подсистем обслуживания современного оборудования для сокращения времени его простоев. В основе изложения материала рассматривается разрешение логическо-познавательных ситуаций, которые проявляются в действующем современном производстве, а также исследовательский характер принятия оптимальных решений.

Учебное пособие предназначено для подготовки специалистов, обучающихся по специальности 160700.4.65-2012 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» (ФГОС-3), изучающих дисциплину «Проектирование производственных систем» в 10А семестре, для бакалавров по направлениям: 0801100.2.62-2012 «Экономика» (ФГОС-3), изучающих дисциплину «Проектирование производственных систем» в 8 семестре, 151900.2.62-2012 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (ФГОС-3), изучающих дисциплины: «Основы технологии машиностроения» в 7 семестре, «Организация машиностроительного производства и его организационно-экономическое моделирование» в 8 семестре, в качестве практических занятий, самостоятельной работы студентов, выполняемой в рамках курсового и дипломного проектирования, производственных практик, а так же для специалистов, работающих на производстве.

Разработано на кафедре производства двигателей летательных аппаратов.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
1. Повышение эффективности работы современных производств	4
2. Анализ эффективности системы управления обслуживанием рабочих мест	10
3. Технологический процесс управления обслуживанием рабочих мест	11
4. Методика обследования подсистемы обслуживания рабочих мест	16
5. Планирование работ по проведению обследования и порядок обработки данных	18
6. Обработка и анализ результатов обследования	29
<i>6.1. Расчёт процента времени простоев по видам причин их возникновения</i>	29
<i>6.2. Определение расчётного количества вызовов (остановок)</i>	30
<i>6.3. Анализ результатов обследования производства методом моментных наблюдений</i>	31
<i>6.4. Краткая инструкция для наблюдателя</i>	36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	42
Список литературы	44

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время промышленное производство в России находится в фазе глубоких преобразований, которые проводятся на основе его технического перевооружения, а также технологического и организационного совершенствования. Кроме того, активно осуществляется комплексная информатизация производства и на этой основе внедряются методы бизнес-управления.

Создание инновационного современного производства требует пересмотра принципов его функционирования. Необходимо максимально исключить простои высокотехнологичных производственных комплексов, т.к. эти простои являются одной из основных причин снижения производительности. Источники простоев часто очень глубоко скрыты и могут быть объективно выявлены лишь после проведения специального обследования производства.

1. Повышение эффективности работы современных производств

Переход отечественных предприятий к работе в условиях рыночной конкуренции потребовал глубокого переосмысления базовых принципов развития производства.

Основой организации деятельности фирм в современных условиях является процессный подход, т.е. выделяются взаимосвязанные бизнес-процессы, выполнение которых позволяет достигнуть поставленной цели. Реализация такого подхода возможна лишь на основе создания моделей процессов (как есть) и их оптимизации (как должно быть). Методика моделирования рассмотрена в работах [1, 2, 3, 4]. При этом оптимизация проводится на техническом, организационном и управленческом уровнях.

Руководство фирмы должно принять экономически обоснованное решение о необходимой глубине преобразований. На рисунке 1 приведена схема, иллюстрирующая варианты таких преобразований [5].



Рисунок 1- Методы повышения эффективности деятельности компаний

Любой из этих вариантов может быть эффективно реализован, на основе использования системных технологий, т.е. создания оптимальной модели бизнес-процессов "как должно быть".

В данном пособии рассмотрен наиболее сложный этап преобразований, который заключается в выявлении всех недостатков существующего производства и выработке предложений по техническому и организационно-экономическому совершенствованию производственной системы.

Понятие системы будем рассматривать на основе следующего определения - это описание явления в соответствии с определенной целью. На рисунке 2 приведена блок-схема диагностического обследования системы управления предприятием в соответствии с поставленной целью – выявления и устранения "узких мест" в производстве.

На I- этапе необходимо изучить опыт разработки оргпроектов [6, 7, 8] и построить функциональную модель деятельности AS -JS (как есть).

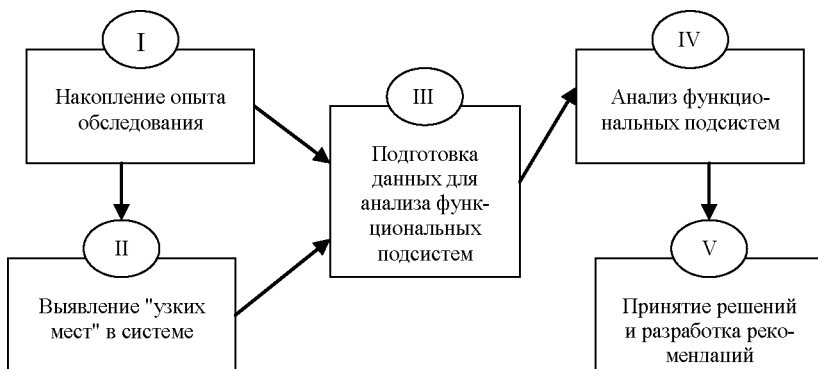


Рисунок 2 - Этап диагностического обследования
производственной системы

На II - этапе проводится технико-экономический анализ деятельности предприятия, а также изучение бизнес-процессов в производственных подразделениях методами экспертных оценок, моментных наблюдений и т. п.

На III - этапе проводится описание функциональных подсистем по следующим показателям:

- какова технология управления по функциям, которые являются "узким местом";
- качество (полнота, достоверность, своевременность) информации для реализации бизнес-управления, количественные характеристики регулярных информационных потоков;
- каково вертикальное и горизонтальное разделение труда в системе управления;
- какова структура и информационная слаженность объектов управления и её соответствие оптимальным показателям загрузки управления (нормирование труда в соответствии с бизнес-процессами);

- участие коллектива в решении задач управления и структура интересов социальных групп, система стимулирования социальных групп;
- каковы людские, технические, материальные ресурсы для выполнения задач управления.

На IV этапе выявляется соответствие функциональных подсистем, являющихся "узким местом", следующим условиям:

- соответствие правилам технологии управления;
- достаточность ресурсов, их распределение и соответствие задачам управления;
- соблюдение требований, регламентированных в производственных документах (культура производства и производственная дисциплина).

Этап V - разрабатываются рекомендации по оптимизации системы управления и устранения "узких мест":

- предложения по организационно-техническому совершенствованию производства;
- предложения по совершенствованию системы управления;
- предложения по автоматизации управления;
- анализ затрат и оценка экономической эффективности.

Особенность данной методологии диагностики системы управления заключается в том, что специалист, производящий обследование концентрирует своё внимание на устранении "узких мест" в работе системы и пытается получить нужный эффект кратчайшим путём. Получение ответов на каждый из вопросов для выявления "узких мест" представляет собой самостоятельный раздел обследования системы управления и выполняется по специально разработанной методике. Таким образом, общая методология диагностического обследования системы управления состоит из ряда специальных методик:

- технико-экономический анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия [9];
- функциональный анализ информационной подсистемы [8];
- обследование подсистемы обслуживания рабочих мест [8];
- функционально-целевого анализа системы управления [10];
- исследование социально-психологических вопросов взаимодействия людей [11];
- структурного анализа организации производства [10, 12];
- анализа технологии управления [13, 14];
- ресурсного анализа [15].

Рассматриваемая методология обследования системы управления, безусловно, не исчерпывает всей сложности проблем и не является единственно возможным способом реализации системного подхода к диагностике систем управления.

Организационные системы очень сложны, а процессы, в них происходящие настолько многовариантны, что для их познания всегда можно предложить различные варианты методик, дающих хорошие практические результаты.

Рассматриваемая методика является составной частью перехода от функциональной модели "Как есть" к модели "Как должно быть". Эти модели являются основой реструктуризации производства и внедрения автоматизированных систем управления.

Целью построения функциональных моделей обычно является выявление наиболее слабых и уязвимых мест деятельности организации, анализ преимуществ новых бизнес-процессов и степени изменения существующей структуры организации бизнеса. Анализ недостатков и "узких мест" начинают с построения модели AS-IS (Как есть), т.е. модели существующей организации работы. Модель AS-IS может строиться на основе изучения документации (должностных инструкций, положений о предприятии, приказов, отчетов и т. п.), анкетирования и опроса служащих предприятия (организа-

ция опроса должна быть итерационной), проведение фотографии рабочего дня и получение информации других источников. Полученная модель AS-IS служит для выявления неуправляемых работ, работ не обеспеченных ресурсами, ненужных и неэффективных работ, дублирующихся работ и других недостатков в организации деятельности предприятия. Исправление недостатков, перенаправление информационных и материальных потоков приводит к созданию модели TO-BE (Как будет) - модель идеальной организации бизнес процессов. Как правило, строится несколько моделей TO-BE, среди которых определяют наилучший вариант.

Следует указать на распространенную ошибку при создании модели AS-IS - это создание идеализированной модели. Примером может служить создание модели на основе знаний руководителя, а не конкретного исполнителя работ. Руководитель знаком с тем, как предполагается выполнение работы по руководствам и должностным инструкциям и часто не знает, как на самом деле подчиненные выполняют рутинные работы. В результате получается приукрашенная, искаженная модель, которая несёт ложную информацию и которую невозможно в дальнейшем использовать для анализа. Такая модель называется SHOULD_BE (как должно быть).

Технология проектирования и внедрения ИС подразумевает сначала создание модели AS-IS, её анализ и улучшение бизнес-процессов, т.е. создание модели TO-BE, и только на основе модели TO-BE строится модель данных, прототип и затем окончательный вариант ИС. Построение системы на основе модели AS-IS приводит к автоматизации предприятия по принципу "всё оставить как есть, только чтобы компьютеры стояли", т.е. ИС автоматизирует несовершенные бизнес-процессы и дублирует, а не заменяет существующий документооборот. В результате внедрение и эксплуатация такой системы приводит лишь к дополнительным издержкам на закупку оборудования, создание программного обеспечения и сопровождение того и другого.

Иногда текущая AS-IS и будущая TO-BE модели различаются очень сильно, так что переход от начального к конечному состоянию становится неочевидным. В этом случае необходима третья модель, описывающая процесс перехода от начального к конечному состоянию системы, поскольку такой переход - это тоже бизнес-процесс.

2. Анализ эффективности системы управления обслуживанием рабочих мест

Рабочее место, на котором формируется продукция основного производства, является его базовым звеном, т.к. здесь концентрируются результаты труда всего коллектива. Следовательно, эффективное функционирование каждого рабочего места обеспечивает успешную работу предприятия в целом. Это условие эффективности производства является необходимым, но далеко не всегда достаточным. Имеется ещё целый ряд факторов, которые существенно влияют на конечные результаты производственной деятельности. Необходимо обеспечивать высокопроизводительные режимы обработки, синхронизацию операций (снижение незавершенного производства), высокий уровень производственного планирования по мощностям и уменьшения длительности производственного цикла и т.д. Все эти факторы становятся особенно значимыми в условиях создания современного инновационного производства в металлообработке, при использовании высокоавтоматизированных обрабатывающих комплексов.

Уменьшение времени простоев такого оборудования является наиболее важным требованием повышения эффективности производства.

В свою очередь ритмичная работа в первичной ячейке зависит от функционирования системы обслуживания рабочих мест. Структурная модель такой системы приведена на рисунке 3. Анализируя

эту модель легко убедиться в том, что в системе одновременно действуют большое количество взаимосвязанных факторов и её функционирование возможно лишь при реализации оптимального технологического процесса управления (ТПУ) обслуживанием рабочих мест.

Управляющие воздействия формируются в цеховых подразделениях и во многих случаях оказывают влияние на одновременное изменение нескольких базовых ресурсов. Кроме того, необходимо оптимизировать организационную систему цеха, как по объемам этих ресурсов, так и по количеству исполнителей. Эти задачи необходимо решать на основе анализа действующего производства с использованием метода теории массового обслуживания [13] (изучение потоков заявок на обслуживание), а также необходимо выявлять проблемные «узкие места» в отслеживании на основе статистических исследований поведения системы в реальных производственных условиях.

3. Технологический процесс управления обслуживанием рабочих мест

При рассмотрении технологии управления системой обслуживания рабочих мест (ОРМ) в качестве конечной цели примем - предотвращение простоев, т.е. недопущение потерь, как по количеству, так и по качеству произведенной продукции [6].

В соответствии с такой целью можно выразить величину простоя в зависимости от объема выпущенной продукции:

$$T_P = (Q_{\Pi} - Q_{\Phi}) \cdot \frac{T_{\Pi}}{Q_{\Pi}} \text{ час.},$$

где T_P - расчетный простой, ч.;

Q_{Π} - выпуск продукции по плану, шт.;

Q_{Φ} - выпуск продукции фактически, шт.;

T_{Π} - плановый фонд времени, ч.

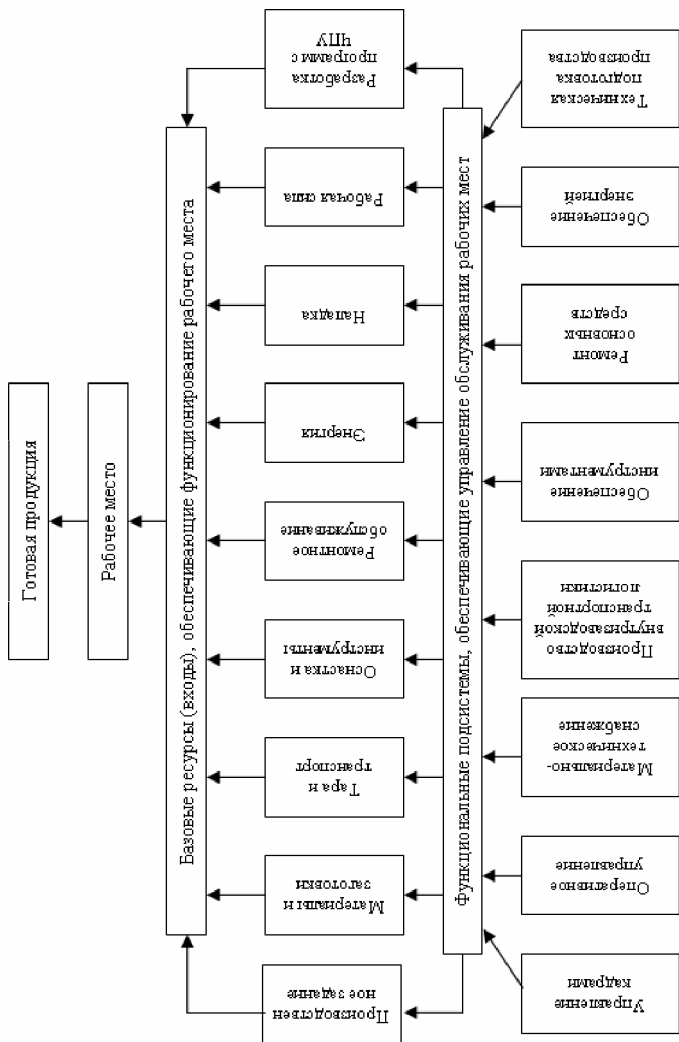


Рисунок 3. - Модель системы обслуживания рабочих мест

При этом $Q_{\Phi} = Q_{\text{сд}} - Q_{\text{доп}}$;

где $Q_{\text{сд}}$ - сдельный объём продукции, шт.;

$Q_{\text{доп}}$ - дополнительный выпуск, который был обеспечен специальными мерами (сверхурочная работа и т. д.).

Следовательно, при выполнении плана с привлечением дополнительных усилий виновникам будут предъявлены претензии. Ответственность за качество учёта должны нести сдающая и принимающая стороны. Мастер должен представить достоверную информацию о производственных простоях, образец рапорта представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Рапорт о производственных простоях

№ п/п	Начало простоя	Окончание простоя	Время простоя	Вид потерь	Код	Причина потерь	Код	Первопричина потерь	Код	Виновник	Код

Выработано продукции за счет дополнительных работ (затрат) _____

Участок _____ цех _____ дата _____ смена _____

Наладчик _____ Мастер _____

Внедрение такого учёта простоев возможно, если процедуры управления производством автоматизированы. Под видом потерь понимается характер их проявления (простой оборудования, снижение производительности, появление брака и т.д.), под причинами - факторы, обусловившие появление потерь. При этом может проявляться причина, которая является следствием первопричины что

меняет и виновника простоя. Например, не достаточно инструмента для выполнения работ, но первопричина повышенный расход инструмента в связи с неисправностью оборудования. Виновник - служба главного механика.

Обработка результатов проводится в следующей последовательности:

Определяется общее время зафиксированного простоя ($\bar{T}_{уч}$)

$$\bar{T}_{уч} = \sum_{j=1}^n T_{iуч}$$

где n - число записей;

$T_{iуч}$ - учетное время по каждой записи.

Определяется коэффициент распределения расчётного простоя:

$$K = \frac{T_p}{T_{уч}}$$

Определяется величина расчётного простоя по каждой службе

$$T_p^i = T_{уч}^i \cdot K,$$

где $T_{уч}^i$ - суммарное учетное время по i -ой службе.

Если учёт простоев проводится с приписками, то такие факты проявляются в расчётах следующим образом. При $k > 1$ ($T_p > T_{уч}$) величина $T_p - T_{уч}$ считается как простой по вине смены (бригады), а для расчётов по остальным виновникам принимается $k = 1$.

Далее определяется величина расчётного простоя для всех смен (бригад) по данной службе:

$$T_{\Sigma}^i = \sum_1^k T_p^i,$$

где k - число обслуживаемых смен (бригад).

Эффективность работы службы оценивается по величине коэффициента обслуживания ($K_{обсл}^i$)

$$K_{обсл}^i = \frac{T_H}{T_{\Sigma}^i} 100\%,$$

где T_H - нормативное допустимое время простоя по вине службы, оно может устанавливаться статически и планироваться от достигнутого уровня.

Достаточность численности службы может быть оценена расчётным путём с использованием теории массового обслуживания [5].

Обеспечение производительного использования каждого рабочего места - одна из главных целей функционирования системы управления предприятием, т.е. значительную часть системы управления предприятием можно рассматривать как подсистему обслуживания рабочих мест.

Системный анализ функционирования рабочего места должен проводиться на основе построения JDEFO модели [1, 16]. При этом в соответствии со структурой рис. 3, должна быть создана функциональная модель с полной проработкой спецификаций информационных и материальных потоков. При этом будет четко выявлено место каждой подсистемы в обеспечении функционирования рабочего места. Если на предприятии реализована рассмотренная выше технология управления обеспечением функционированием рабочего места, легко выяснить работа, какой подсистемы обслуживания (узкие места) должна быть обследована в первую очередь. Сложная взаимозависимость причин простоев может быть вскрыта при функциональном моделировании подсистем, обеспечивающих выпуск продукции на рабочем месте. Такое моделирование должно проводиться на различных уровнях.

Наиболее распространенным методом обследования систем обслуживания является фотография рабочего времени, рабочих мест [17]. Однако для сложных производственных подсистем, к которым относятся двигателестроительное производство (общее число рабочих мест в цехе 300...400 чел.), фотографии рабочего времени обходятся слишком дорого, поэтому необходимо использо-

вать выборочный метод обследования, например метод моментных наблюдений.

4. Методика обследования подсистемы обслуживания рабочих мест

Особенностью рекомендуемой методики является то, что идёт наблюдение за частью целого, которая выбрана случайно и по своему поведению подобна всей системе. При этом полученные результаты могут быть распространены на всю систему в том случае, если они обрабатывались с использованием определенного математического аппарата, а наблюдатель не допустил математических ошибок.

Выборочное обследование рабочих мест можно провести двумя способами:

- выборкой по рабочим местам;
- выборкой по времени.

Первый вариант наиболее разработан и кажется легко осуществимым. Но если проанализировать совокупность признаков, по которым выборка должна отражать особенности всей системы, то станет понятной сложность этой задачи.

Интересующий нас результат - процент простоев в зависимости от их причин и частота простоев - определяются главным образом следующими факторами:

- ремонтосложность, степень износа оборудования и его коэффициент загрузки;
- вид заготовки;
- количество и сложность оснастки;
- номенклатура деталей;
- точка межремонтного цикла на момент исследования;
- тип оборудования;
- вид транспортного обслуживания.

Анализ показывает, что по ряду факторов дисперсия для различных станков может быть очень велика, поэтому случайная выборка может не отвечать требованию репрезентативности (подобия генеральной совокупности). Если попытаться решить эту проблему, то придется наблюдать за большим количеством станков, которые разбросаны по цеху и организовать наблюдение будет сложно. Поэтому эффективнее наблюдать все рабочие места, но не постоянно, а в отдельные моменты времени, т.е. реализовать метод моментных наблюдений.

При проведении такого обследования для каждого рабочего места через определенные промежутки времени фиксируется факт работы оборудования или его простой, а так же причины простоев.

Процент времени, в течение которого рабочий или станок не работал по данной причине, определяется как отношение числа отметок о простое по данной причине к общему числу наблюдений (отметок) по данному рабочему месту.

Этот метод имеет следующие достоинства:

- метод требует меньшее число исполнителей, чем сплошная фотография;
- при продолжительности наблюдения более недели уменьшается влияние случайных ситуаций;
- уменьшается психологическое влияние на результат фактора наблюдения за рабочим;
- исследование может быть всегда прервано, потом возобновлено без искажения результатов;
- нет необходимости измерять время.

Недостатки метода:

- можно получить лишь средние данные простоев по цеху, но нет данных для оценки каждого рабочего места, но таких

данных достаточно для оценки управления (недостаточно лишь для организатора труда);

- не всегда исследователь понимает важность таких факторов, как достаточное количество наблюдений, случайность колебания интервалов времени, точное определение причин простоев.

Для организации изучения затрат времени методом моментных наблюдений необходимо учитывать следующие требования:

- установить объекты и цели исследования;
- описать измеряемые элементы;
- согласовать с руководством порядок проведения наблюдения;
- определить желаемую точность ожидаемых результатов и уровень их надёжности;
- определить предварительно уровень величин времени простоев (прошлый опыт или предварительные наблюдения);
- составить план обследования, который должен включать число наблюдений, количество смен необходимых для наблюдений, маршруты обходов и время наблюдений, подготовить форму протокола.

5. Планирование работ по проведению обследования и порядок обработки данных

Рассматриваемый метод является выборочным, но выборка строится не из числа наблюдаемых объектов (в этом смысле метод является сплошным), а из временных единиц [10]. Генеральной совокупностью здесь является весь фонд рабочего времени за период наблюдения, а выборочной совокупностью - то время, в течение которого проводилось наблюдение. Численно величина выборки характеризуется количеством проведенных наблюдений. Количество наблюдений (n) можно рассчитать по формуле:

$$n = \frac{t^2 p(1-p)}{\Delta^2},$$

где t - коэффициент доверия (при доверительной вероятности 0,95 $t = 2$)

p - доля интересующего нас признака (простоя);

Δ - предельная ошибка выборки относительно всей совокупности единиц.

При проведении расчётов величина ошибки задаётся, а доля простоев берётся на основе предыдущего опыта или из данных предобследования.

Рассмотрим данную задачу на примере. Из опыта работы анализируемого цеха процент простоев по вине службы энергетика составляет:

$p \approx 1\%$, $\Delta = 0,01$. Тогда по результатам расчёта наблюдений $n = 40000$. Принимаем для наблюдения 20 рабочих смен (10 первых и 10 вторых). За каждую смену (c) число наблюдений

$$n_{cm} = \frac{40000}{20} = 2000.$$

Ошибку выборки определим по формуле:

$$\Delta = 2\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}};$$

$$\text{для смены } \Delta_{cm} = 2\sqrt{\frac{0,01 \cdot 0,99}{2000}} = 0,004;$$

$$\text{для выборки } \Delta = 2\sqrt{\frac{0,01 \cdot 0,99}{40000}} = 0,001.$$

Относительная ошибка (S):

$$\text{для смены } S_{cm} = \frac{\Delta_{cm}}{p} = \frac{0,004}{0,01} = \pm 40\%;$$

$$\text{для выборки } S = \frac{0,001}{0,01} = \pm 10\%.$$

Точность наблюдений для смены недостаточна, поэтому необходимо увеличить число наблюдений в смену. Если увеличим чис-

ло наблюдений в 2 раза, то точность возрастёт пропорционально $\frac{1}{\sqrt{2}}$, т.е.:

$$S_{см} = \frac{\pm 40}{\sqrt{2}} = \pm 28\%;$$

$$S = \frac{\pm 10}{\sqrt{2}} = \pm 7,1\%.$$

При этом общий объём выборки (число наблюдений) будет $n = 80000$. Величина оценок для смен интересует нас лишь для выявления закономерностей (распределения) работы в начале или конце месяца, а также в 1-ю или 2-ю смены и не влияет на точность оценок работы цеха в целом, поэтому будем считать ошибку выборки в $\pm 7,1\%$ достаточной (соответствует 80000 наблюдений).

Число обходов цеха в смену (β) определим по формуле:

$$\beta = \frac{n}{N_{ст} \cdot c} = \frac{80000}{455 \cdot 20} \approx 8 \text{ обходов,}$$

где $N_{ст}$ - количество наблюдаемых рабочих мест;

c - количество смен.

Тогда фактическое число наблюдений в выборке

$$n_{ф} = 455 \cdot 8 \cdot 20 = 72800.$$

Построим таблицу оценок при $n_{ф} = 72800$ наблюдений (таблица 2), эти данные нужны для анализа результатов обследования.

Необходимое число наблюдателей определяется исходя из условия достаточности времени для обхода участка в пределах каждого наблюдения:

$$t_{обх} \leq \frac{T_{см}}{k\beta} \text{ мин,}$$

где $t_{обх}$ - время продолжительности одного обхода (определяется пробными обходами):

$T_{см}$ - продолжительность смены;

k - коэффициент выборки по времени;

β - число обходов за одну смену.

Таблица 2

Оцениваемый цех	Величина простоя Р					
	1%	3%	5%	10%	20%	30%
Цех за 20 смен	±7%	±4%	±7%	±3,2%	±2,2%	±1,1%
Цех за 10 первых или 10 вторых смен	±10,4%	±6%	±4,6%	±3,1%	±2,1%	±1,6%
Цех за двухсменный рабочий день	±23%	±13,3%	±10,2%	±7%	±4,7%	±3,6%

Чем ближе коэффициент выборки к единице, тем больше величина моментное наблюдение приближается к сплошному. Однако даже при $k=1$ оно остаётся моментным, так как, наблюдая непрерывно свою группу отдельное рабочее место попадает под наблюдение дискретно и мелкие простои могут быть потеряны. Необходимо отметить, чем выше, тем легче обеспечить случайность в распределении моментов наблюдения.

График обходов рассчитывается следующим образом.

Наблюдения по времени должны быть случайными и независимыми (обеспечивается равная вероятность наблюдений по моментам времени), т.е. при составлении графика обходов используется таблица случайных чисел.

Трёхзначное случайное число будет выражать время обхода - первая цифра часы, две последующих доли часа (например 950 соответствует 9ч 30мин). Сколько обходов столько чисел выбирается из таблицы с учётом трудового графика. При $k=1$ наблюдатель должен начинать обход с различных рабочих мест, которые могут выбираться по таблице случайных чисел.

Для выбранных условий составляется график обходов, пример такого графика приведен в таблице 3.

Таблица 3 - График обходов

Обходы	Время начала обхода				Обходы	Время начала обхода			
	Первая смена	Вторая смена	Первая смена	Вторая смена		Первая смена	Вторая смена	Первая смена	Вторая смена
1	7,45	16,10	7,50	16,10	5	11,45	20,05	12,30	19,55
2	8,30	16,50	8,50	17,10	6	13,15	20,30	13,55	20,45
3	9,45	17,50	10,00	18,30	7	14,05	21,25	14,40	22,25
4	10,15	18,25	10,30	17,50	8	15,00	22,05	15,20	23,35

Лист наблюдений соответствующий рассматриваемой методике показан в таблице 4.

При заполнении таблицы необходимо использовать следующие рекомендации:

Перед началом обследования наблюдатель обходит участок (в том порядке, который запланирован) и записывает в гр. 2 инвентарные номера или модели оборудования (что удобнее), в гр. 1 - их порядковые номера по маршруту обхода.

Во время обхода в гр. 4-11, соответствующей номеру текущего обхода, против каждого инвентарного номера делают три отметки:

в строке 1 - работает (1) или не работает (0) данное оборудование в момент прохода наблюдателя мимо него;

в строке 2 - простой впервые замечен (01), отмеченный ранее простой продолжается (00);

в строке 3 - причина простоя, которая выясняется у рабочего и шифруется с помощью специального классификатора причин простоев.

В гр. 12 при необходимости делаются примечания.

Проставлять фамилии наблюдателя и заполнять гр. 14, 15, 16, 17 нужно обязательно во избежание путаницы при обработке листов.

Таблица 4 - Лист наблюдений

Информация о простоях											Но- мер ли- ста	Да- та	Сме- на	Уча- сток
13											14	15	16	17
№ п/ п	Инвен- вен- тарн. номер	Ст ро ки	Фамилия								Примечание			
			Обходы											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
		1												
		2												
		3												
		1												
		2												
		3												
		1												
		2												
		3												
		1												
		2												
		3												
		1												
		2												
		3												

Для правильного выяснения причин простоев следует использовать *классификатор причин*. Это облегчает выяснение причин в условиях недостатка времени и производственного шума. Классификатор должен корректироваться для каждого цеха.

Вопросник - классификатор причин простоев представлен в таблице 5. Он должен быть у каждого наблюдателя, и, кроме того, его необходимо согласовать с исполнителем работы.

Выясняя причину простоя, наблюдатель должен руководствоваться вопросником, в случае необходимости предъявляя его рабо-

чему для совместного определения причин простоя. Если же какая-то причина не предусмотрена классификатором, ставится шифр 14 (прочие) и в графике "Примечание" наблюдательного листа дается описание причины со слов рабочего.

Таблица 5 - Общий перечень причин простоев

Шифр причин	Причины простоев
1	2
1-а	Общее неудовлетворительное состояние механической части оборудования
1-б	Случайная поломка механической части оборудования
1-в	Отсутствие эмульсии
2	Технологическое ожидание
3-а	Общее неудовлетворительное состояние электрической части оборудования
3-б	Случайная поломка электрической части оборудования
3-в	Отсутствие электроэнергии
3-г	Отсутствие сжатого воздуха
4	Неисправность приспособления
6--а	Плановая наладка
6-1	Неплановая наладка из-за неисправности механической части оборудования
6-4	Неплановая наладка из-за выхода из строя приспособления
6-8	Неплановая наладка из-за выхода из строя инструмента
6-0	Неплановая наладка по неизвестной причине

1	2
8-а	Отсутствие инструмента
8-б	Некачественный инструмент
8-1	Выход из строя инструмента из-за неисправности механической части оборудования
8-б	Выход из строя инструмента из-за некачественной наладки части оборудования
8-10	Выход из строя инструмента из-за некачественной заготовки
8-0	Выход из строя инструмента по неизвестной причине
9-а	Отсутствие межцехового задела
9-1	Отсутствие заготовки из-за неисправности механической части оборудования
9-3	Отсутствие заготовки из-за неисправности электрической части оборудования
9-4	Отсутствие заготовки из-за неисправности приспособления
9-6	Отсутствие заготовки из-за неплановой наладки
9-8	Отсутствие заготовки по вине инструмента
9-10	Отсутствие заготовки в результате некачественной заготовки
9-11	Отсутствие заготовки из-за недогрузки оборудования
9-12	Отсутствие заготовки по вине тары и транспорта
9-13	Отсутствие заготовки из-за неукomплектованности рабочей силой
9-14	Отсутствие заготовки по прочим причинам
10	Некачественная заготовка
11-а	Работа станка не требуется по графику
11-б	Многостаночное обслуживание
12-а	Недостаток безрельсового транспорта
12-б	Нехватка тары
12-1	Неисправность механической части грузоподъемных средств
12-3	Неисправность электрической части грузоподъемных средств
13-а	Неукomплектованность участка рабочей силой
13-б	Невыход на работу рабочего
14-а	Мастер не выдал задание
14-б	Прочие

После окончания обследования или параллельно с ним ведется обработка первичных данных для заполнения сводных таблиц за один месяц (таблицы 6 и 7).

Данные гр. 1 и 2 наблюдательных листов суммируются за каждую смену отдельно по каждому шифру и заносятся в сводную ведомость (таблица 6).

Шифры причин в этой форме сгруппированы таким образом, чтобы сумма простоев по первопричинам составила сумму простоев применительно к каждой функции системы обслуживания рабочих мест. Далее заполняется таблица 7, в которой суммируются результаты наблюдений по сменам за месяц.

По полученным данным производится расчёт процента времени простоев, средней продолжительности простоя (времени обслуживания) за день и месяц, и определение расчётного количества вызовов (остановок). Все эти расчёты делаются в разрезе первопричин и сводятся в разрезе основных функций обслуживания рабочих мест:

- функции службы механика;
- функции службы энергетика;
- функции службы ремонта оснастки и т.д.

После заполнения таблиц 6, 7 далее аналогично заполняется сводная таблица данных о работе цеха за один месяц.

Таблица 6 - Сводная таблица для обработки данных наблюдения за условный день

Шифр причин	Количество наблюдаемых простоев	Количество наблюдаемых вызовов	Расчетный процент простоев-всего	Расчетный процент простоев действующего оборудования	Расчетное количество простоев - всего	Расчетное количество вызовов для действующего оборудования	Среднее время простоев
1	2	3	4	5	6	7	8
1-а 1-б 1-в 6-1 8-1 9-1 12-1							
Итого по функции службы механика							
3-а 3-б 3-в 3-г 9-3 12-3							
Итого по функции службы энергетика							
4 6-4 9-4							
Итого по функции службы ремонта оснастки							
6-а 6-0 8-6 9-6							
Итого по функции службы обеспечения инструментом							
11-а 11-б 9-11							

продолжение таблицы 6

Итого по функции службы мастера							
1-а							
12-б							
9-12							
Итого по функции службы обеспечения тарой и транспортом							
13-а							
13-б							
9-13							
Итого по функции службы обеспечения рабочими							
Итого по технологическому ожиданию							
14-а							
14-б							
9-14							
Прочие							
Всего							

Таблица 7 - Сводная таблица для обработки данных наблюдений по первой и второй сменам за один месяц

Шифр причин	Количество наблюдаемых простоев	Количество наблюдаемых вызовов	Расчетный процент простоев	Расчётное количество вызовов	Среднее время простоев
1	2	3	4	5	6

6. Обработка и анализ результатов обследования

6.1. Расчёт процента времени простоев по видам причин их возникновения

Процент времени простоя по цеху (P_1) по видам причин рассчитывается по формуле:

$$P_1 = \frac{n_0}{n} 100\%,$$

где P_1 - процент времени простоев по причинам;

n_0 - количество наблюдаемых простоев по каждой из причин;

n - общее количество наблюдений (за день, смену, месяц).

Например, если по службе механика выявлено $n_{0 \text{ мех}} = 2026$, то

$$P_{\text{мех}} = \frac{2026}{72800} 100 = 2,8\%.$$

В случаях, когда цех не работает на полную мощность необходимо процент простоев и количество сигналов надо пересчитывать с учетом фактически используемого оборудования, т.е. исключить из расчёта простой оборудования, не работающего по графику:

$$P_i = \frac{n_0}{n_1} 100 = \frac{n_0}{n - n_2} 100\%,$$

где n_1 - число наблюдений за работающим оборудованием;

n_2 - число наблюдений за станками, которые не работают по графику.

Например, если количество наблюдений за станками соответствующих $n_2 = 26921$ (шифр причин 11-2 и 11-3) [10].

Следовательно, действительный процент простоя по вине службы механика равен:

$$P_{\text{мех}} = \frac{2026}{72800 - 26921} 100\% = 4,4\%$$

6.2. Определение расчётного количества вызовов (остановок)

В данном расчёте необходимо данные выборочного наблюдения распространить на генеральную совокупность. Так как моментные наблюдения - это выборка по времени, то генеральная совокупность соответствует полному времени работы за период наблюдения, а выборочная совокупность - фактическое время наблюдения.

$$C = \frac{T_{ген} \cdot C_v}{T_{выб}}$$

где C - число сигналов о простоях за период наблюдения;

$T_{Г} = B \cdot 8 \cdot 60$ мин, B - число наблюдаемых смен;

$T_{выб} = t_{обх} \cdot \beta \cdot B$ мин,

где β - число обходов в смену,

$t_{обх}$ - среднее время обхода,

C_v - количество наблюдаемых сигналов.

Преобразуя приведенные выше выражения

$$C = \frac{T_{ген} \cdot C_v}{T_{выб}} = \frac{8 \cdot B \cdot 60 \cdot C_v}{t_{обх} \cdot \beta \cdot B} = \frac{480}{t_{обх} \cdot \beta} \cdot C_v = K \cdot C_v,$$

где $K = \frac{480}{t_{обх} \cdot \beta}$ - постоянная величина для каждого случая обследования.

Получаем коэффициент (K) пересчёта количества сигналов о простоях с выборочной на генеральную совокупность.

В приложении 1 приведена краткая инструкция для проведения обследования.

Пример анализа состояния системы обслуживания рабочих мест цеха авиадвигательного предприятия.

Рассмотренная методика была использована при анализе работы крупного цеха машиностроительного предприятия. Результаты обследования приведены на рисунках 4...9.

6.3. Анализ результатов обследования производства методом моментных наблюдений

Обследование проводилось в цехе, который работал в условиях резкого сокращения объемов производства. Общие объемы сократились в 3-5 раз при расширении номенклатуры изделий, т.е. произошло изменение структуры заказов и производство стало многономенклатурным и мелкосерийным. Значительная часть установленного оборудования была выведена из технологического цикла.

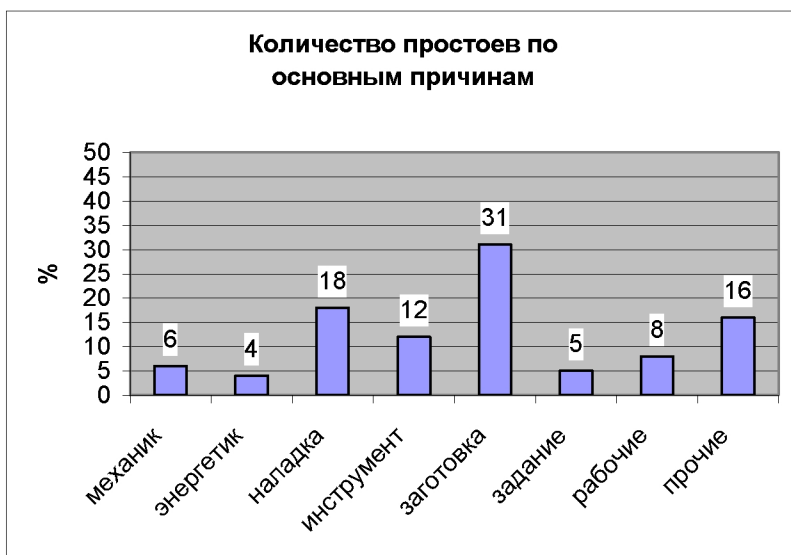


Рисунок 4 - Количество простоев по основным причинам

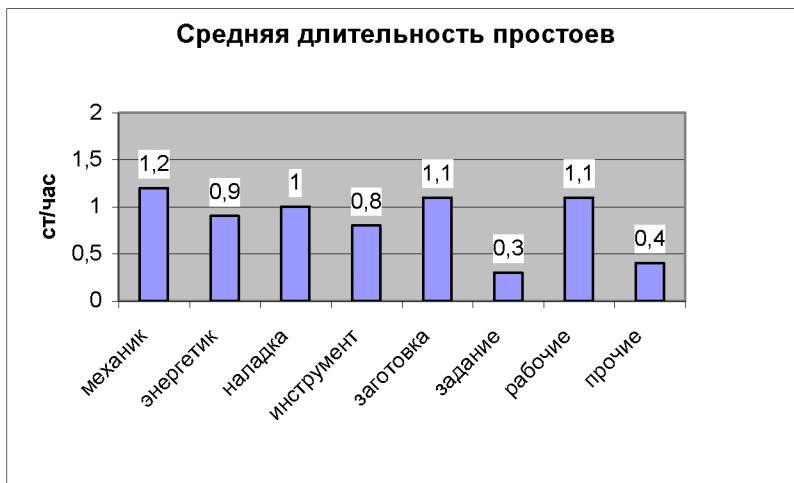


Рисунок 5 - Средняя длительность простоев



Рисунок 6 - Длительность простоев по дням

На рисунке 4 показано количество и выявлены основные причины простоев по всему установленному оборудованию.

Отмечены серьезные проблемы с обеспечением заготовками и инструментом (31%+12%), основная причина, это финансирование инструментального производства, срывы сроков изготовления объемной оснастки и режущего инструмента (таблица 5, пункты 8 и 9).

Часто простои оборудования связаны с наладкой операций, при этом выявлены следующие причины:

- недостаточная квалификация наладчиков;
- несоответствие конструкции технологической оснастки принципам групповой обработки;
- срыв графика изготовления оснастки по вине диспетчерской службы и инструментального цеха.

Простои по вине служб механика и энергетика проявились в меньшей степени, что обусловлено в первую очередь наличием большого количества резервных станков, что обеспечивает быструю замену узлов или перенос операций.

Средняя длительность простоев оценивалась по всем основным причинам совместно частотой их появления (рисунок 5). Совместное действие этих двух факторов усилилось по службам механика и энергетика, а также увеличилась значимость простоев в связи с отсутствием инструмента, заготовок и переналадок оборудования.

Проводился анализ влияния обеспеченности производства станочниками требуемого уровня квалификации.

По количеству простоев этот фактор проявился слабо, однако длительность простоев, связанная с отсутствием рабочих достаточно высока и производственные потери существенно возрастают.

Были выявлены закономерности проявления повышенных уровней простоев по дням месяца. Резко возрастают простои в первой декаде, что обусловлено закрытием месячных программ, от-

крытием нового финансирования, увязкой планов между смежными подразделениями и др.

Эта проблема может быть решена при внедрении компьютерных технологий управления производством как бизнес-системой.

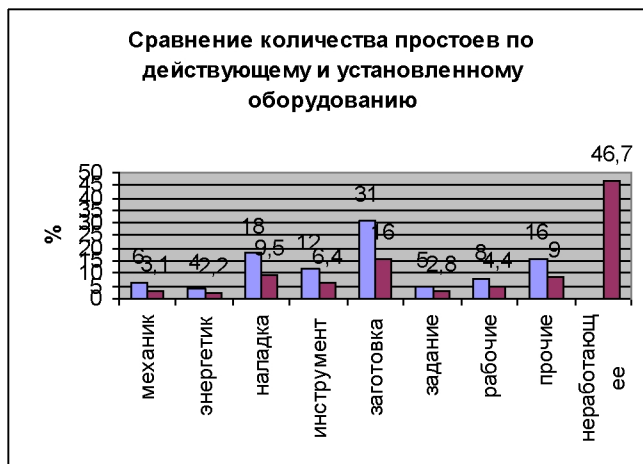


Рисунок 7 - Сравнение количества простоев по действующему и установленному оборудованию

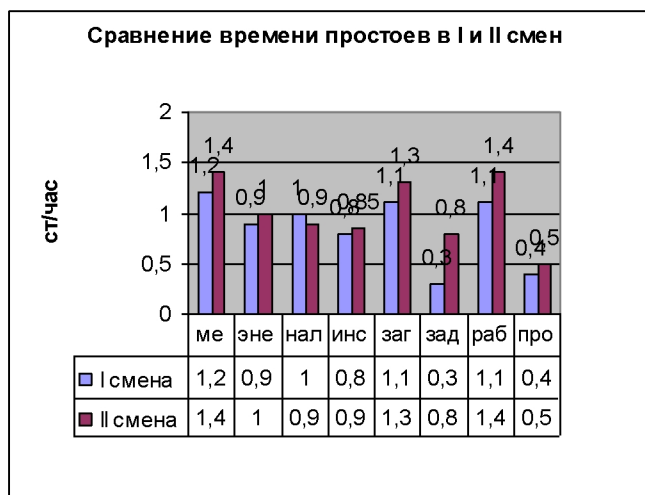


Рисунок 8 - Сравнение времени простоев в I и II смен

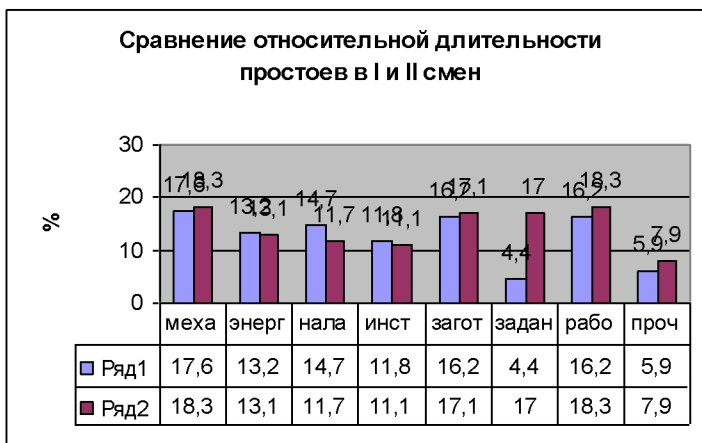


Рисунок 9 - Сравнение относительной длительности простоев в I и II смену

Сравнение количества простоев по действующему и установленному оборудованию (рисунок 7) показывает очевидный результат – наличие большого количества неработающего оборудования существенно ухудшает картину по двум показателям: отсутствие задания и прочие причины. В цехе необходимо проводить работу по оптимизации станочного парка, т.е. часть устаревшего оборудования надо ликвидировать, а оставшееся оборудование загружать заказами.

Анализ по характеру работы цеха в I и II смены показывает (рисунок 8), что возросло количество станков, выведенных из производственного процесса во II смену. Наиболее вероятные причины, это отсутствие рабочих и отсутствие задания. В рамках проведенного обследования точнее выявить не удалось (простои списаны на отсутствие задания).

Основной причиной простоев в обследуемом цехе является отсутствие заготовок (несоблюдение величин межцеховых и внутрицеховых заделов). Следующими по значимости причинами являются длительная наладка технологического комплекса, нехватка рабо-

чих (в основном из-за невыходов по болезни и нахождения в отпусках) и простои по вине механика.

По остальным причинам простои можно считать допустимыми.

Средние затраты времени на один вызов больше всего у службы механика, затем идут службы энергетика и ПДБ.

Некоторые службы заметно ухудшают обслуживание во вторую смену.

6.4. Краткая инструкция для наблюдателя

При обследовании цеха важная роль отводится наблюдателю, от качественной и добросовестной работы которого во многом зависит успех обследования.

Целями обследования являются:

1. Определение количества сигналов о простоях и их частота для выбора комплекта технических средств (КТС) АСУ.
2. Определение величины производственных потерь из-за простоев оборудования в разрезе основных функций обслуживания, что необходимо для обоснования экономической эффективности при выборе состава задач подсистем и КТС АСУ.

Организация наблюдения.

Метод моментных наблюдений заключается в обходе рабочих мест по определенному маршруту через случайные промежутки времени с отметкой в наблюдательных листах простоев оборудования по тем или иным причинам и сигналов о вызовах функциональных служб.

Этот метод основывается на теории вероятностей и математической статистике и может дать достоверные результаты только в том случае, если наблюдателем будут строго соблюдены все требования к наблюдению, изложенные ниже.

I. Что должен иметь наблюдатель:

- а) краткую инструкцию для наблюдения;
- б) папку;
- в) листовку;
- г) классификатор причин;
- д) наблюдательные листы;
- е) график обходов рабочих мест;
- ж) часы;
- з) карандаш.

II. С чего начать наблюдение:

Перед началом наблюдения, заручившись поддержкой мастеров, необходимо провести беседы с рабочими по участкам. В беседе нужно отметить, что речь идёт об анализе системы обслуживания рабочих мест и что только с помощью рабочих можно будет правильно оценить её организацию. В связи с этим следует подчеркнуть, что простои по вине рабочих фиксируются в числе "прочих причин", иначе результаты обследования могут быть искаженными.

Для облегчения беседы с рабочими у наблюдателя имеется листовка-обращение, в которой кратко изложены цели наблюдения.

Следует обратить особое внимание на необходимость установления контактов с мастерами.

III. Наблюдатель должен знать:

1. Режим работы участка (начало и конец смены, время обеденного перерыва).
2. Обслуживающий персонал (имя, отчество).
3. Модели закрепленной за ним группы оборудования (1К62, 6М82Г, 2А125 и т.д.).
4. Выполняемые операции (токарная, фрезерная и т. д.).
5. Название обрабатываемых деталей.
6. Границы наблюдаемого участка.

Обходы рабочих мест следует проводить по специальному графику, на котором указаны номера обходов и время их начала.

Обязательным для наблюдения является *строгое соблюдение графика*, так как в противном случае результаты наблюдения не позволят сделать правильные выводы по обслуживаемым подсистемам.

IV Порядок заполнения листов наблюдения (табл. 4):

Данные наблюдения заносятся в наблюдательные листы. Эта форма рассчитана на 16 обходов в одну смену.

Порядок её заполнения следующий.

1. Перед началом наблюдения наблюдатель обходит свой участок (по установленному маршруту) и записывает в гр. 1 порядковые номера станков, в гр. 2 - их инвентарные номера и модели оборудования.
2. Во время обхода в гр. 4-12, соответствующих номеру текущего обхода, против инвентарного номера делаются следующие отметки:

а) в строке 1 - отметка о том, работает (1) или не работает (0) станок в момент обхода наблюдателем рабочих мест;

б) в строке 2 отмечают сигналы о вызовах функциональных служб: если простой замечен впервые, то (01), если простой продолжается, то отметки не проставляются;

в) в строке 3 проставляется шифр причины, которая выясняется у рабочего или мастера и шифруется с помощью специального классификатора причин простоев (табл.5). Классификатор используется как вопросник, который предъявляется рабочему или мастеру. К таким выяснениям нельзя подходить поверхностно. Например, когда происходит наладка оборудования, то надо уточнить, какая это наладка - плановая или неплановая; если плановая, то по какой причине: из-за предыдущего ремонта или же из-за смены инструмента и т.д.

3. Во избежание путаницы при обработке листов обязательно нужно проставлять фамилию (гр. 13) наблюдателя и заполнять гр. 14, 15, 16, 17.
4. В строке 1 проставляется время, затраченное на обход. При окончании смены, заполненные наблюдательные листы сдаются ответственному за проведение обследования цеха.

Примечание: по всем непонятным вопросам следует обращаться к ответственному за организацию обследования.

Данные, которые необходимы для описания простоев оборудования в цехе, показаны в табл. 8.

Таким образом, в процессе обследования выявлено, что суммарный простой действующей части оборудования остается стабильно высоким. Кривая простоев не обнаруживает такой неравномерности по дням месяца, которая объяснила бы неритмичность выполнения плана цехом. Это говорит о том, что перевыполнение плана в последнюю декаду достигается не за счет сверхурочной работы в выходные дни.

Кроме того, выявленные величины простоев по конкретным причинам, показывают наиболее значимые направления повышения эффективности работы производственных участков.

Полученные данные могут быть использованы в двух направлениях:

- а) для рационализации управления цехом организационными методами;
- б) для внедрения автоматизированных систем управления производством (MRP-II).

Таблица 8

№ п/п	Наименование данных	Количество данных
1	Количество обходов	
2	Количество наблюдаемых рабочих мест	
3	Количество наблюдаемых смен	
4	Количество наблюдений в одну смену	
5	Количество наблюдений за один день	
6	Общее количество наблюдений за весь период обследования: а) всего оборудования б) действующего оборудования	
7	Общее число наблюдений в одну смену	
8	Число наблюдений за действующем оборудованием: а) по одной смене б) по первой смене в) по второй смене	
9	Число наблюдений за действующим оборудованием, всего	
10	Среднее время обхода	
11	Среднее время обхода по первой смене	
12	Средней время обхода по второй смене	
13	Общий коэффициент пересчёта	
14	Коэффициент пересчёта по первой смене	
15	Коэффициент пересчёта по второй смене	
16	Фонд времени работы оборудования за период обследования	

Производство имеет значительные резервы для повышения производительности труда.

Их можно реализовать:

- а) за счет улучшения оперативного планирования и управления около 10-12% от мощности задействованного оборудования);
- б) за счет уменьшения простоев по вине рабочих (преждевременный уход с работы, опоздание на работу, потери на обед сверх положенного времени и т.д.) - около 5%;
- в) за счет улучшения работы службы механика - около 3%;
- г) на основе повышения оперативности управления в заготовительном производстве;
- д) за счет сокращения времени на наладку операций и отработку программ с ЧПУ.

По этим трем направлениям рекомендуется провести системное обследование организации производства, труда и управления для выработки конкретных рекомендаций.

3. Большое количество сигналов об остановках (вызовах) настоятельно выдвигает задачу автоматизации и механизации оперативного реагирования и учета простоев.

При частоте сообщений 30 в 1 ч. потребуется большой штат диспетчеров, чтобы оперативно реагировать на них.

Учитывая, что только по некоторым ситуациям диспетчер действительно может оказать влияние на скорость устранения простоя, рекомендуется:

- а) выделять эти ситуации и разработать процедуры управления ими;
- б) основной упор сделать не на оперативное реагирование на возникающие вопросы, а на их статистический анализ и предупреждение на основе их автоматического учета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время перед страной стоит сложная задача – перевести промышленное производство на инновационный путь развития.

Многим руководителям кажется, что главная проблема найти средства на техническое перевооружение предприятий. Однако опыт ряда предприятий показывает, что закупка самого современного оборудования не обеспечивает существенного роста производительности труда. Для решения этой задачи необходимо владеть современными методами и системами управления производством, использовать современные управленческие технологии. Эти технологии основаны на сквозном компьютерном моделировании производства и его системном анализе.

Задачи, решаемые системами производственного управления, – это, прежде всего методологическая и информационная поддержка процессами управления потоками материалов, использования оборудования и т.д., а так же взаимодействия с внешней средой.

В данном пособии рассматриваются проблемы управления ресурсами, обеспечивающими бесперебойное функционирование современного высокопроизводительного оборудования.

При этом выявляются причины простоев оборудования, определяются «узкие места» в функционировании производственной системы. Для эффективного управления загрузкой оборудования используются два метода, которые взаимно дополняют друг друга и позволяют вскрыть причины простоев, а также оценить степень влияния цеховых служб на обеспечение стабильности производственного процесса.

Первый метод основывается на регулярном проведении план-фактного анализа загрузки технологических комплексов. Такой анализ проводится по отчетным данным производственного участка

и при правильной организации позволяет повысить достоверность представленных данных.

Второй метод основывается на проведении обследования системы обеспечения функционирования технологических комплексов. Это обследование может проводиться методом моментных наблюдений независимым специалистом. При этом повышается достоверность результатов, исключается субъективный фактор, обеспечивается глубокая детализация причин простоев и привязка результатов к работе цеховых служб.

Таким образом, методическое пособие позволяет специалистам глубже понять особенности функционирования современного производства и целенаправленно проводить работу по повышению его эффективности.

Список литературы

- 1 Марка, Д. Методология структурного анализа и проектирования. [Текст]// Марка Д., Мак-Гоун К./ Пер. с англ.; М.: «Метатехнология», 1993. – 240 с.
- 2 Черемных и др. Структурный анализ систем: IDEF – технологии / С.В. Черемных, И.О. Семенов, В.С. Ручкин. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 208 с.
- 3 Боровиков, П. Идеология процессного подхода и техника описания бизнес-процессов. Справочник экономиста №9, 2007.
- 4 Зильбербург, Л.И., Молочник, В.И., Яблочников, Е.И. Реинжиниринг и автоматизация технологической подготовки производства в машиностроении. СПб: «Компьютербург», 2003. - 152 с
- 5 Теория организаций и организационное проектирование (пособие по неклассической методологии): Учеб. пособие / Т.П. Фокина и др. Саратов: СГУ, 1997. - 239 с.
- 6 Вумек Джеймс П., Джонс Дэниел Т. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. - 473 с.
- 7 Питеркин, С.В., Окладов, И.А., Исаев, Д.В. Точно вовремя для России. Практика применения ERP – систем. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. - 368 с.
- 8 Гаврилов, Д.А. Управление производством на базе стандарта MRPII: [Текст]//Д.А. Гаврилов / СПб: Питер, 2003. - 352 с.
- 9 Ковалев, В.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. [Текст]//В.В. Ковалев, О.Н. Волкова/ - М.: ПРОЮЛ М.А. Захаров, 2001.- 424 с.
- 10 Рапорт, В.Ш. Диагностика управления: практический опыт и рекомендации: [Текст]//В.Ш. Рапорт / М.: Экономика, 1988. – 128 с.

-
- 11 Егоршин, А.П. Управление персоналом [Текст]// А.П. Егоршин/ - М.: Издательство: Экономика, 2003. - 720 с.
 - 12 Бурков, В.Н. Модели и методы управления организационными системами. [Текст]// В.Н. Бурков, В.А. Ириков / М.: Наука, 1994. - 270 с.
 - 13 Мухин, В.И. Исследование систем управления: учебник [Текст]// В.И.Мухин/ - М: Издательство «экзамен», 2006. - 2-е изд. доп. и перераб. - 479с. (Серия «Учебник для вузов»)
 - 14 Трайнев, В.А. Интегрированные коммуникационные технологии и системы в управленческой деятельности. [Текст]// В.А. Трайнев, Г.Н. Матвеев/ - М.: 2001. - 394 с.
 - 15 Савицкая, Г.В. Методика комплексного анализа хозяйственной деятельности: Краткий курс [Текст]//Г.В. Савицкая / - 2-е изд., испр. - М.: ИНФРА - М, 2003. - 303. - (Серия «Высшее образование»).
 - 16 Шитарев, И.Л., Проничев, Н.Д., Абрамова, И.Г. Функциональное моделирование бизнес-процессов инструментального производства в среде Vrpwin средствами IDEF0: Учебное пособие/ Самарский гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2002. - 44 с.
 - 17 Генкин, Б.М. Организация, нормирование и оплата труда на промышленных предприятиях: Учебник для вузов. [Текст]// Б.М. Генкин/ - 3-е изд., изм. И доп. - М.: Норма, 2005. - 448 с.