

DOI: 10.58589/26866722_2023_75_77

УДК/UDC 658.51

Проблемы оперативного планирования на механическом производстве: анализ влияющих факторов

Шаров Евгений Дмитриевич
магистрант

Уральский Федеральный Университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург, Россия
e-mail: sharovedm@gmail.com

Шубат Оксана Михайловна

доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономики и управления на металлургических и машиностроительных предприятиях

Уральский Федеральный Университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург, Россия
e-mail: o.m.shubat@urfu.ru

SPIN-код: 1551-3449

Аннотация

В статье рассматриваются понятие оперативного планирования и проблемы его организации на промышленном предприятии, так как реализация процессов оперативного планирования является одним из главных и наиболее эффективных механизмов управления любым типом производства на промышленном предприятии. В ходе работы авторами проведен математико-статистический анализ показателей, влияющих на своевременную отгрузку готовой продукции, показана закономерность влияния простоя оборудования и брака на сроки отгрузки готовой продукции. В качестве объекта исследования было выбрано частное механическое производство ООО «ТЕХБУРГ» в городе Екатеринбург, выполняющее заказы по механической обработке металла разной сложности. Исследование показало, что между сроками отгрузки продукции заказчику и процентом брака, а также временем простоя оборудования существует взаимосвязь.

Ключевые слова: оперативное планирование, экономико-статистический анализ, простой оборудования, нарушение сроков отгрузки, доля бракованной продукции.

Problems of operational planning in mechanical production: analysis of influencing factors

Sharov Evgenij Dmitrievich
Master's degree student
Ural Federal University
Yekaterinburg, Russia
e-mail: sharovedm@gmail.com

Shubat Oksana Mikhailovna

Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Economics and Management at Metallurgical and Machine-Building Enterprises
Ural Federal University
Yekaterinburg, Russia
e-mail: o.m.shubat@urfu.ru
SPIN: 1551-3449

Abstract

The article discusses the concept of operational planning and the problems of its organization at an industrial enterprise, since the implementation of operational planning processes is one of the main and most effective management mechanisms for any type of production at an industrial enterprise. In the course of the work, the authors carried out a mathematical and statistical analysis of indicators affecting the timely shipment of finished products, showed the regularity of the influence of equipment downtime and defects on the timing of shipment of finished products. As the object of the study was chosen a private mechanical production of LLC "TECHBURG" in the city of Yekaterinburg, fulfilling orders for metal machining of varying complexity. The study showed that there is a relationship between the timing of shipment of products to the customer and the percentage of defects, as well as the downtime of equipment.

Key words: operational planning, economic and statistical analysis, equipment downtime, violation of shipment deadlines, the share of defective products.

Перед современным машиностроительным предприятием стоит задача бесперебойного выпуска и поставки высококачественной продукции. Планирование работы производственных цехов относится к первому уровню решаемых задач на предприятии [1]. От грамотного планирования работы зависит своевременная поставка комплектов деталей заказчику, что в дальнейшем влияет на выполнение показателей производства. Планирование работы на механическом производстве – многоступенчатый сложный процесс, требующий учета большого количества составляющих, таких как соблюдение сроков плана производства, обеспечение работников цеха заготовками, инструментом, оснасткой и расходными материалами, сопровождение работы по изготовлению деталей службами главного технолога и конструкторского бюро, проведение планово-предупредительного ремонта согласно графику.

Специалисты отмечают, что при планировании работы механического цеха также необходимо учитывать обеспечение

оптимального использования оборудования, поддержку необходимых запасов материалов, составление производственных заданий и графиков с учетом технологических требований и наличия производственных ресурсов, а также быстрое реагирование на возникающие производственные проблемы [2].

Без учета вышеперечисленных работ и компетентных управленческих решений руководителей производства невозможно выстроить слаженную работу участков, цехов и всего предприятия в целом. Своевременность и качественное выполнение основного производства в значительной степени зависит от того, как налажена работа вспомогательного и обслуживающего производства, которые подчинены задаче лучшего обеспечения предприятия основного производства материалами и техникой [3].

Одним из главных и наиболее эффективных механизмов управления любым типом производства на промышленном предприятии является реализация процессов оперативного планирования.

Оперативное планирование на промышленном предприятии: теоретические вопросы исследования.

Под оперативным планированием понимается совокупность методов и средств планирования и регулирования хода процесса производства, призванная обеспечить своевременное и качественное выполнение годовых заданий [4]. Это комплекс мероприятий, направленных на создание производственных планов (заданий) с четко установленным сроком, прогноз производственной деятельности, а также учет показателей и контроль за исполнением намеченных планов. Оперативное планирование на производстве является основным фактором, который обеспечивает ритмичность работы предприятия и выполнения заказов в срок [5, 6]. Принципами оперативного планирования на предприятиях выступают: гибкость, непрерывность, холизм, точность [7].

Оперативное планирование должно учитывать отраслевую специфику, тип производства, конструктивные и технологические особенности выпускаемой продукции, характер используемых технологий, уровень внешней кооперации (аутсорсинга) основного производства и т. д. Такое планирование должно быть взаимосвязано с материально-техническим снабжением, конструкторско-технологической и организационной подготовкой производства, текущим планированием, управленческим учетом и бюджетированием [4].

Оперативное планирование должно осуществляться на всех уровнях управления предприятием:

– на уровне производства в целом этим занимаются планово-экономический и производственно-диспетчерский отделы;

– на уровне структурных подразделений (цехов) ответственность за оперативное планирование несут производственно-диспетчерское и планово-распределительное бюро;

– на уровне производственных участков – планово-управленческий персонал производственного участка (начальники участков, мастера) [8].

В процессе оперативного учета основными измерителями обычно выступают натуральные, объемные и временные показатели, охватывающие процессы производства и потребления продукции, нормативы расхода и использования производственных ресурсов, показатели брака и других потерь. При этом очевидно, что простои оборудования и бракованная продукция потенциально приведут к срыву договорных обязательств перед заказчиком, что, в свою очередь, приведёт к финансовым убыткам производства.

Методические вопросы исследования.

Целью представленного в статье исследования являлось изучение влияния простоев и брака на своевременную отгрузку готовой продукции с предприятия. В качестве объекта настоящего исследования было выбрано

механическое производство ООО «ТЕХБУРГ» в городе Екатеринбург. Это предприятие, образованное в 2020 г., выполняющее заказы по механической обработке металла разной сложности. Парк оборудования состоит преимущественно из автоматов продольного точения. Данные станки позволяют выполнять большой количественный объем изделий с минимальным вмешательством оператора.

Для исследования в течение трех месяцев проводился ежедневный сбор статистических данных о простоях оборудования в часах, доле брака по каждой единице оборудования, а также планируемых и фактических сроках отгрузки продукции с предприятия. Анализируемая совокупность состояла из 21 наблюдения.

В качестве методов анализа применялась описательная статистика (расчет и интерпретация показателей центра распределения – среднее и медиана, показатели вариации), аналитическая инфографика (диаграмма размаха «ящик с усами»), параметрические и непараметрические методы сравнения средних величин, методы оценки взаимосвязи на основе коэффициента Эта.

Важным методическим подходом в исследовании является анализ «выбросов» – нетипичных значений, резко отличающихся от основной совокупности данных. Такие значения определялись на основе критерия Тьюки как значения, отстоящие от первого или третьего квартиля на 1,5 и более межквартильных размаха в меньшую или большую сторону соответственно. В ходе анализа реализовывалось несколько итераций описательной статистики, на каждой из которых на основе диаграммы размаха «ящик с усами» выявлялись «выбросы». Итерационный процесс завершался в тот момент, когда исследуемые переменные уже не содержали такие нетипичные значения.

Результаты исследования.

Проведенное исследование позволило получить следующие результаты.

Во-первых, анализ показал, что изучаемые показатели достаточно сильно варьировались за исследуемый период времени. Так, доля бракованной продукции на предприятии варьировалось в диапазоне от 1% до 10%. При этом в половине случаев этот показатель был выше 5% (медианное значение). В среднем, доля бракованной продукции составила 5,3%, однако в каждом отдельном случае этот показатель мог быть выше или ниже в среднем на 3,1 процентных пункта (стандартное отклонение). Таким образом, коэффициент вариации для показателя доли бракованной продукции составил 58%, что существенно выше пороговой величины в 33% и свидетельствует о высокой степени неоднородности изучаемой совокупности и необходимости выделения подгрупп для дальнейшего более корректного анализа. В качестве фактора, формирующего такие группы, согласно авторской гипотезе, может выступать показатель наличия нарушений в сроках отгрузки продукции.

Время простоя оборудования в период проведения исследования варьировалось в диапазоне от 1 до 12 часов. При этом в половине случаев этот показатель был выше 4 часов (медианное значение). Время простоя оборудования, в среднем, составляло 4,33 часа. Таким образом, коэффициент вариации для показателя время простоя оборудования составил 26%, что ниже пороговой величины в 33% и говорит о низкой степени неоднородности изучаемой совокупности и возможности использования для анализа и прогнозирования усредненных показателей.

Во-вторых, проведенный анализ показал наличие различий в значениях как доли бракованной продукции, так и времени простоя в двух группах наблюдений. Первую группу составили наблюдения, для которых наблюдались нарушения сроков отгрузки (9 случаев), вторую группу составили наблюдения без нарушений сроков отгрузки (5 случаев).

Описательная статистика по проведенному анализу представлена в таблице 1.

Описательная статистика показателей «Время простоя оборудования» и «Доля брака» в разрезе нарушений сроков отгрузки продукции

Нарушение сроков отгрузки	Доля брака, %		Время простоя, час	
	среднее	стандартное отклонение	среднее	стандартное отклонение
Есть нарушения	5,44	3,575	4,33	1,118
Отгружено вовремя	2,40	0,894	3,60	0,548

Таблица 1

В силу малого объема выборки и достаточно высокой волатильности данных строгие тесты еще не подтверждают статистическую значимость выявленных различий. Однако, на наш взгляд, полученные результаты все же позволяют говорить о следующих закономерностях: время простоя и процент бракованной продукции оказывают влияние на сроки отгрузки готовой продукции заказчику. В условиях производства увеличиваются сроки выполнения контрактных обязательств перед заказчиком. Также в результате наблюдений было отмечено, что благодаря увеличению суточной выработки станка, а также сокращений технологических операций удавалось сократить время изготовления готовой детали, что, в итоге, приводило к своевременной отгрузке готовой продукции. Схожие результаты были получены и другими исследователями. Так, например, О.В. Боровикова на основе ковариационного и дисперсионного видов анализа выявила обратную связь между уровнем брака и объемом выпуска продукции на предприятии, занимающемся производством пластмассовой упаковки [9].

В ходе исследования был рассчитан коэффициент Эта, который подтвердил наличие выявленных закономерностей (таблица 2). Значения

коэффициентов указывают на взаимосвязь (пока слабую) между изучаемыми показателями.

Взаимосвязь показателей «Время простоя оборудования» и «Доля брака» с показателем «Наличие нарушений сроков отгрузки продукции» (на основе коэффициента Эта)

Показатель	Доля брака	Время простоя оборудования
Нарушения сроков отгрузки	0,469	0,366

Таблица 2

В-третьих, методы аналитической инфографики позволили выявить группу «выбросов» – резко отличающихся от основной совокупности значений. На рисунке 1 представлен один из используемых для их выявления графиков – диаграмма размаха «ящик с усами», построенный на первой исследовательской итерации для переменной «Время простоя оборудования». На рисунке указаны номера наблюдений в выборочной совокупности, которые диагностируются в качестве «выбросов» по критерию Тьюки.

Диаграмма размаха для переменной «Время простоя оборудования» в зависимости от наличия нарушений сроков отгрузки продукции

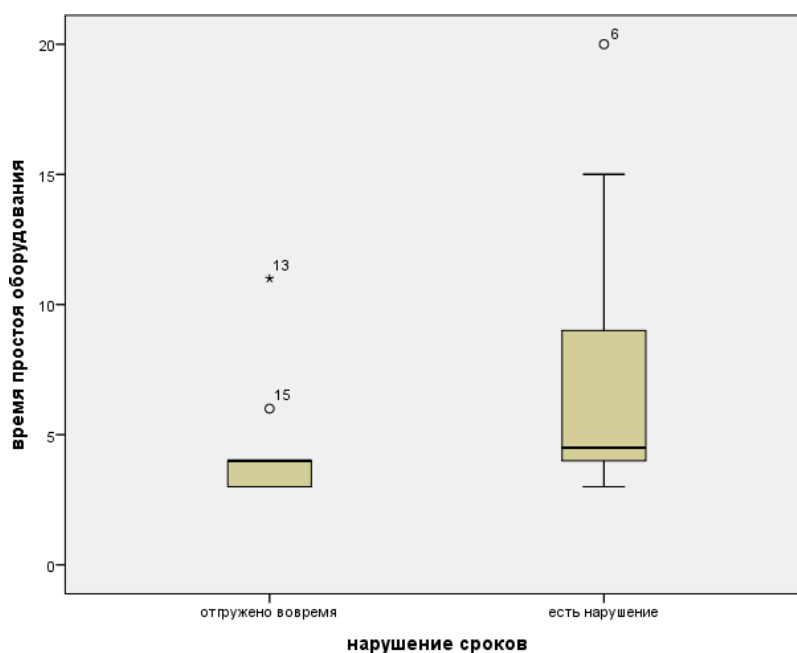


Рисунок 1

Совокупность диаграмм размаха позволила получить группу «выбросов» – наблюдений с нетипично высокими значениями либо доли бракованной продукции, либо времени простоя оборудования (таблица 3). Анализ показал, что в большинстве случаев такие значения появляются в связи с авариями оборудования на предприятии.

Нетипично высокие значения показателей «Время простоя оборудования» и «Доля брака» в разрезе нарушений сроков отгрузки продукции

Нарушения сроков отгрузки	Доля брака, %	Простои оборудования, час
есть нарушения	10	20
	6	12
	7	15
отгружено вовремя	5	4
	9	3
	8	11
	6	6

Таблица 3

Выводы исследования.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

Во-первых, исследование показало, что между сроками отгрузки продукции заказчику и процентом брака, а также временем простоя оборудования существует взаимосвязь. Она проявляется в следующем: увеличение количества брака влияет на непроизводительные расходы, а именно – на расходы сырья, материалов, заработной платы и других ресурсов. Таким образом, снижается объем производства и повышается себестоимость продукции. Несвоевременный выпуск и запуск продукции, имеет негативные последствия для производства, связанные с потерей заказчиков, нарушением финансовой стабильности предприятия.

Во-вторых, результаты проведенного исследования имеют прикладное значение и для исследуемого предприятия. Одним из эффективных способов решения, выявленных в ходе исследования

проблем ООО «ТЕХБУРГ», на наш взгляд, является развитие оперативного планирования. Для этого на предприятии необходимо вводить такие его инструменты, как система планирования загрузки оборудования, учет ТМЦ, планирование планово-предупредительных работ с оборудованием. Эти инструменты позволят на начальном этапе развития оперативного планирования снизить риски срыва сроков отгрузки продукции.

Список литературы:

1. Криводубский О.А. Методология, определяющая правила разработки моделей и алгоритмов систем управления в условиях информационной и технологической трансформации // Проблемы искусственного интеллекта. 2020. № 1 (16). С. 54-63.
2. Калачанов В.Д., Корчак В.Ю., Ковтун С.А., Ефимова Н.С. Разработка методов автоматизации управления производством в авиастроительной отрасли // Инновации и инвестиции. 2021. № 6. С. 188-196.
3. Туровец О.Г., Харитонов Н.Н. Организационно-экономические аспекты организации производственного процесса на предприятии // ЭКОНОМИНФО. 2020. №1. С. 5-9.
4. Ершова И.В. Оперативно-производственное планирование: учебное пособие / И.В. Ершова, Т.А. Минеева, Е.В. Черепанова. – Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2016. – 96 с.
5. Дубоносова А.Н. Система оперативного планирования основного производства // Справочник экономиста. 2021. № 10.
6. Дубровский В.В., Квасова Н.А., Пузанкова Е.А. Особенности оперативного планирования на промышленном предприятии при разных видах производства // Инновации и инвестиции. 2021. № 4. С. 94-96.
7. Живица Е.Н., Новикова И.В. Оперативное планирование производства // в сборнике: Научное сообщество XXI века. Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции. 2020. С. 31-34.
8. Ларина М.А., Сергеева И.А. Оперативное планирование основных производственных процессов с целью обеспечения экономической безопасности предприятий // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2020. № 25. С. 205-208.
9. Боровикова О.В. Применение дисперсионного и ковариационного анализа в управлении качеством продукции // Вестник Белорусско-Российского университета. 2020. №4 (69). С. 125-132.

References:

1. Krivodubsky O.A. Methodology that determines the rules for the development of models and algorithms for control systems in the conditions of information and technological transformation // Problems of artificial intelligence. 2020. No. 1 (16). pp. 54-63.
2. Kalachanov V.D., Korchak V.Yu., Kovtun S.A., Efimova N.S. Development of methods for automation of production management in the aircraft industry // Innovations and investments. 2021. No. 6. P. 188-196.

3. Turovets O.G., Kharitonova N.N. Organizational and economic aspects of the organization of the production process at the enterprise // *ECONOMINFO*. 2020. №1. pp. 5-9.
4. Ershova I.V. Operational and production planning: textbook / I.V. Ershova, T.A. Mineeva, E.V. Cherepanov. - Yekaterinburg: publishing house Ural. un-ta, 2016. - 96 p.
5. Dubonosova A.N. The system of operational planning of the main production // *Reference book of the economist*. 2021. No. 10.
6. Dubrovsky V.V., Kvasova N.A., Puzankova E.A. Features of operational planning at an industrial enterprise with different types of production // *Innovations and investments*. 2021. No. 4. P. 94-96.
7. Zhivica E.N., Novikova I.V. Operational planning of production // in the collection: *Scientific community of the XXI century. Collection of scientific papers based on materials of the VII International Scientific and Practical Conference*. 2020. P. 31-34.
8. Larina M.A., Sergeeva I.A. Operational planning of the main production processes in order to ensure the economic security of enterprises // *Collections of conferences of the Research Center Sociosphere*. 2020. No. 25. P. 205-208.
9. Borovikova O.V. Application of variance and covariance analysis in product quality management // *Bulletin of the Belarusian-Russian University*. 2020. No. 4 (69). pp. 125-132.