

УДК 339

## СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ОРГАНИЗАЦИЮ ПРОИЗВОДСТВА В АВИАЦИОННОЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Салимьянова А.В., студент гр. 6406, 4 курс

Научный руководитель: Галямов Р.А., к.т.н., доцент

Казанский национальный исследовательский технический университет им.

А.Н.Туполева - КАИ

г. Казань

Современное авиастроение требует высокой точности, надежности и эффективности на всех этапах производственного процесса. Авиационные приборостроительные предприятия функционируют в условиях жесткой конкуренции и постоянно растущих требований к качеству и технологичности продукции. Рациональная организация производства является ключевым фактором, обеспечивающим снижение издержек, увеличение эффективности производства и повышение конкурентоспособности.

Система планомерных действий, которая направлена на создание экономически выгодных сочетаний элементов производства между собой во времени и в пространстве с целью снижения издержек и увеличения нормы прибыли, называется организацией производства. Рабочие, техника, предметы труда – три основных взаимодействующие между собой составных любого промышленного предприятия. Миссия организации производства изделий авиационного и промышленного назначения заключается в поиске и нахождении такого сочетания этих элементов, при котором будет наибольший эффект и наименьшие затраты. В современных условиях большое значение имеет внедрение автоматизированных систем управления, цифровых технологий и методов бережливого производства.

В основе рациональной организации производства на предприятии авиастроительной отрасли лежит соблюдение следующих принципов: специализации, пропорциональности, ритмичности, параллельности, непрерывности, прямоточности, автоматизации, синхронности, концентрации, дифференциации и комбинирования, технологической стандартизации [1]. Рассмотрим каждый принцип по порядку, а также практические рекомендации по их достижению.

Принцип специализации заключается в разделении производственного процесса на узкие, специализированные операции, что позволяет повысить производительность труда и улучшить качество продукции. Это достигается за счет применения специализированного оборудования, узкоспециализированных рабочих мест и автоматизированных систем.

Принцип пропорциональности предполагает соответствие мощностей всех производственных участков, чтобы ни один из них не стал «узким

местом» в технологическом процессе. Это требует тщательного планирования загрузки оборудования, синхронизации операций и равномерного распределения ресурсов и оптимизации производственных мощностей. Для этого рекомендуется использовать диаграмму Исикавы (или «рыбья кость», «диаграмма причин и следствий») – инструмент анализа для выявления и структурирования причин проблемы в производственном процессе. Рассмотрим принципы построения диаграммы показан (рис. 1).



Рисунок 1. Диаграмма Исиакавы

Анализ узкого места производства начинают с формулировки проблемы – в «голове» диаграммы записывается основной тезис, который требуется изучить. Далее определяются основные категории причин – к основной линии под углом добавляются основные факторы, влияющие на проблему. Чаще всего используются следующие категории: человеческий фактор (ошибки персонала, нехватка квалификации), оборудование – неисправность, неправильные настройки, износ оборудования, материалы – качество сырья, дефекты, несоответствия требованиям, методы – неэффективные процессы, отсутствие стандартов, погрешности в измерениях, отсутствие точных данных, а также окружающая среда – температура, влажность, уровень освещенности и другие внешние факторы. После этого происходит развитие диаграммы путем добавления вторичных и третичных причин, которые уточняют источник проблемы. Важно обратить пристальное внимание к анализу причин: стоит рассмотреть каждую ветвь по отдельности и в совокупности с другими, чтобы выявить наиболее вероятные корневые причины проблемы. В результате за руководителем остается разработка мероприятий по устранению выявленных причин.

Проще всего построить диаграмму Исиакавы на основе программного обеспечения APS (Advanced Planning & Scheduling) – это усовершенствованное (расширенное) планирование. Так называется класс систем планирования производства, отличительной особенностью которых является построение и оптимизация полного расписания выполнения операций и потребления материалов в рамках всего портфеля заказов на производство. Данное программное обеспечение не только позволяет прогнозировать объем выпуска, но и способствует соблюдению еще одного важного принципа организации производства – принципа ритмичности, который заключается в

повторении всех операций через равные промежутки времени, что обеспечивает стабильность производства.

Принцип параллельности означает, что различные производственные операции выполняются одновременно, а не последовательно. Это сокращает время производственного цикла и повышает эффективность. Современные технологии, такие как роботизированные системы и гибкие производственные линии, позволяют достичь высокой степени параллельности процессов.

Гибкие производственные линии FMS (Fleet Management System) – это автоматизированные системы, состоящие из взаимосвязанных станков с ЧПУ, роботов, конвейеров и программного управления, позволяющие быстро перенастраивать производство под различные изделия без значительных задержек. Они обеспечивают высокую степень адаптивности, что особенно важно для предприятий с переменным спросом. В рамках принципа параллельности FMS позволяет выполнять несколько операций одновременно, распределяя задачи между разными модулями системы, что сокращает производственный цикл. Благодаря автоматизированному управлению материалами и процессами FMS минимизирует простои и повышает эффективность использования ресурсов.

Принцип непрерывности требует, чтобы передача полуфабрикатов и деталей между операциями осуществлялась без задержек, а занятость всех рабочих мест была постоянной. В этом помогают конвейерные системы, автоматизированные склады и системы планирования ресурсов предприятия ERP (Enterprise Resource Planning) для управления производственными процессами.

Принцип прямоточности предполагает минимизацию расстояний, которые проходит продукция в процессе изготовления. Для этого рабочие места размещаются в соответствии с технологической последовательностью операций. В современных производствах широко применяются цифровые модели и симуляции, позволяющие проектировать оптимальные маршруты движения материалов.

Принцип автоматизации заключается в максимальном снижении ручного труда за счет внедрения роботизированных систем, программируемых логических контроллеров, искусственного интеллекта и интернета вещей. Таким образом сенсоры и умные устройства собирают данные о каждом этапе производства, анализируя параметры работы оборудования, потребление материалов и даже поведение сотрудников, что позволяет принимать оперативные решения, устранять узкие места и повышать прозрачность процессов. Эти инструменты способствуют повышению производительности, а также улучшению качества выпускаемой продукции.

Принцип синхронности подразумевает согласованность всех операций, что обеспечивает бесперебойную работу производства. Для реализации этого принципа используются системы оперативного диспетчерского управления и цифровые двойники производства, позволяющие моделировать и корректировать процессы в реальном времени.

Принцип концентрации заключается в объединении однотипных производственных процессов в единые технологические комплексы, что позволяет сократить издержки и повысить эффективность. Это особенно актуально для высокотехнологичных отраслей, где требуются большие инвестиции в оборудование и инфраструктуру.

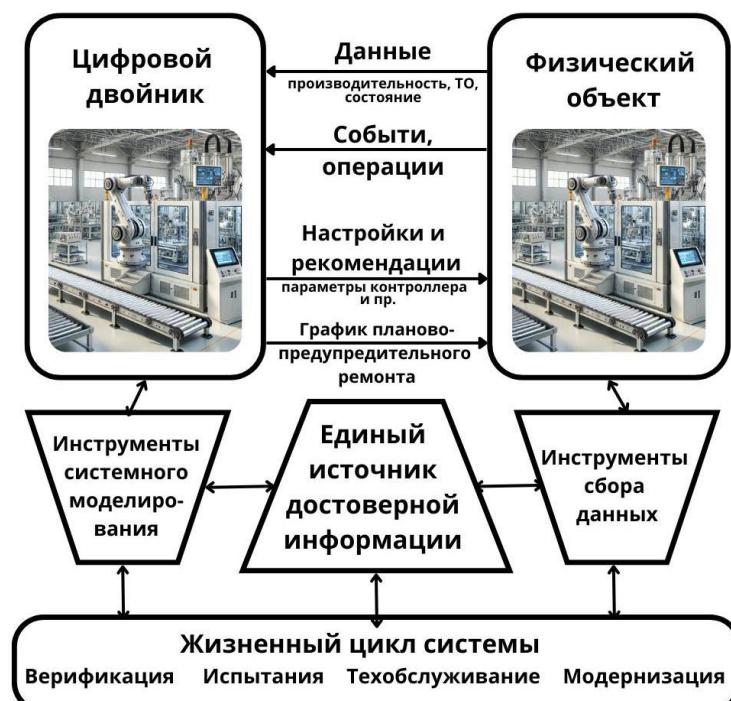
Принцип дифференциации и комбинирования предусматривает разделение производства на специализированные и универсальные участки. Это позволяет гибко адаптироваться к изменениям спроса и выпускать продукцию в широком ассортименте без значительных затрат на переналадку оборудования.

Принцип технологической стандартизации означает использование единых подходов к проектированию, изготовлению и контролю качества продукции. Это снижает себестоимость производства, упрощает техническое обслуживание и повышает надежность оборудования.

Итак, в современных условиях предприятия могут соблюдать принципы рациональной организации производства, используя гибкие методы и современные средства управления. Помимо тех, которые рассмотрели ранее, стоит упомянуть цифровые двойники.

В современных условиях авиастроительная отрасль активно использует цифровые технологии. Одним из наиболее значимых инструментов является цифровой двойник – виртуальная модель реального производственного процесса или оборудования, которая позволяет анализировать и прогнозировать его работу в режиме реального времени с помощью данных, поступающих от датчиков, умных устройств и других цифровых источников. Они используются для моделирования, анализа и оптимизации производства в режиме реального времени.

Рассмотрим принципы использования цифрового двойника (рис.2):



## Рисунок 2. Схематичное изображение использования цифрового двойника на предприятии

1. На предприятии устанавливаются датчики, собирающие данные о работе оборудования, параметрах производственного процесса и внешних условиях.

2. Собранные данные передаются в цифровую модель (двойник), которая анализирует их с использованием искусственного интеллекта и машинного обучения.

3. На основе проведенного анализа система прогнозирует возможные сбои, оценивает эффективность процессов и предлагает корректирующие меры.

4. Операторы и руководители могут тестировать различные сценарии изменений, выявляя лучшие стратегии без риска для реального производства.

Применение цифровых двойников особенно эффективно в высокотехнологичных отраслях, таких как автомобилестроение, авиация, фармацевтика и электроника. Использование инструмента «цифровой двойник» поможет заранее предсказать поломки оборудования, снижая простои и затраты на ремонт [2]. Анализ данных с помощью искусственного интеллекта позволяет выявлять узкие места, улучшать логистику и минимизировать потери ресурсов. Моделирование новых продуктов и производственных линий без фактических инвестиций позволяет адаптироваться к изменениям рынка, а уменьшение брака, снижение простоев и более точное управление ресурсами помогают экономить средства.

Говоря о пользе искусственного интеллекта для рациональной организации производства стоит упомянуть о возможности его использования в системе управления производственными процессами MES (Manufacturing Execution Systems). Современные MES-системы, интегрированные с искусственным интеллектом, обеспечивают автоматизацию принятия решений, анализируют огромные объемы данных и адаптируют производство к изменяющимся условиям.

Принцип взаимодействия системы управления производственными процессами MES с искусственным интеллектом [2]:

1. MES-система подключается ко всем производственным ресурсам: оборудованию, персоналу, складам и ERP-системам.

2. В режиме реального времени фиксируются данные о работе станков, уровне загрузки, качестве продукции, количестве брака и других параметрах.

3. Искусственный интеллект анализирует эти данные, выявляет аномалии, прогнозирует возможные сбои и предлагает оптимальные решения.

4. Автоматически корректируются производственные планы, оптимизируются маршруты обработки деталей, регулируются графики технического обслуживания.

Благодаря MES с искусственным интеллектом предприятия могут значительно повысить эффективность, сократить издержки и ускорить внедрение инноваций. Так, автоматический контроль исключает ошибки

операторов, повышая стабильность качества и исключая частично или полностью человеческий фактор. Система быстро реагирует на изменения спроса, корректируя объемы выпуска. Такие системы особенно востребованы в машиностроении, металлургии, фармацевтике и пищевой промышленности.

Эффективная организация производства на предприятиях авиационного приборостроения является необходимым условием успешной деятельности в условиях глобальной конкуренции. Соблюдение принципов рационального производства, внедрение автоматизированных и цифровых технологий позволяет снизить издержки и повысить рентабельность, обеспечить высокое качество продукции за счет строгого контроля на всех этапах, повысить скорость производства и гибкость предприятия в условиях изменяющегося спроса, а также создать условия для дальнейшего технологического развития и внедрения инноваций.

Таким образом, цифровизация и автоматизация процессов являются неотъемлемой частью стратегии развития современных авиастроительных предприятий, обеспечивая их устойчивость и конкурентоспособность в быстро меняющихся рыночных условиях.

#### **Список литературы:**

1. Коршунов, В. В. Экономика организации (предприятия): учебник и практикум для вузов / В. В. Коршунов. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 363 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-16408-4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/559844> (дата обращения: 21.02.2025).
2. Шишмарёв, В. Ю. Организация и планирование автоматизированных производств: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 318 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11451-5. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/566046> (дата обращения: 21.02.2025).