

СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВКИ ДЕТАЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ САМОЛЕТА МС-21

Железнов Олег Владимирович

канд. техн. наук, доц. кафедры ММТС, Ульяновский Государственный Университет, РФ, г. Ульяновск

Чекаев Юрий Юрьевич

магистрант, Ульяновский Государственный Университет, РФ, г. Ульяновск

В статье описывается процесс изготовления деталей, входящих в самолетокомплекты изделия МС-21 изготавливаемых на крупном авиастроительном предприятии АО «Авиастар-СП». Описан процесс производства деталей, выявлены его недостатки. Обосновывается решение в виде использования инструментов имитационного моделирования. Проводится обзор критериев и параметров, необходимых для создания имитационной модели. Представлена схема перемещений деталей между цехами. Рассматривается интеграция данных в программный продукт AnyLogic в виде теории систем массового обслуживания.

Благодаря развитию цифровых технологий на сегодняшний день становится возможным рассматривать материальный логистический поток с различных углов обзора. Системы имитационного моделирования, а именно дискретно-событийной модели позволяют просматривать всю цепочку производства в динамике [1].

МС-21 является ближне-среднемагистральным узкофюзеляжным пассажирским самолетом, призванным составить конкуренцию зарубежным представителям данного класса, таким как: Boeing и Airbus. В производстве самолетокомплектов для МС-21 задействованы более десяти предприятий с набором узкоспециализированных компетенций, среди которых является авиастроительное предприятие АО «Авиастар-СП».

Одной из практических задач данного исследования является снижение затрачиваемых ресурсов на производство деталей МС-21, при этом, не уступая в качестве продукции. Авиастроительное предприятие АО «Авиастар-СП» занимается изготовлением панелей для отсеков фюзеляжа изделия, отсека подкилевого и вспомогательной силовой установки (ВСУ), дверей, сборкой киля и стабилизатора. В свою очередь названные позиции включают в себя тысячи отдельных составляющих деталей. Например, панель отсека фюзеляжа состоит из обшивки, дублера, стрингеров, компенсаторов и заклепок. Каждая деталь проходит несколько участков обработки и приобретает требуемые свойства. Некоторые технологические операции на отдельных участках цехов: отжиг, обтяжка анодирование, склейка, покрытие, сборка. Данный процесс может длиться, в среднем 5-10 дней, а расстояние, которое деталь проходит между участками исчисляется в километрах.

В свою очередь, до выхода на серийное производство, отработка технологий логистических потоков изготовления и проведение НИОКР требует вложения больших финансовых и временных ресурсов. Логистический процесс изготовления самолетокомплектов для МС-21 является объектом исследования в данной работе. Отсюда следует необходимость собрать производственные показатели в одном месте и воспроизвести их в динамике для визуального восприятия полного цикла производства в разрезе.

В работе были поставлены следующие задачи:

- провести анализ и обзор технологического и логистического процесса производства номенклатуры МС-21;
- выделить и описать изготавливаемые компоненты самолетокомплектов;
- создать имитационную модель движения номенклатуры самолетокомплектов;
- провести оптимизационные эксперименты на полученной модели.

В настоящее время с использованием САПР ТП «ТеМП2» на АО «Авиастар-СП» в разделе «цикловые графики» возможно в разрезе увидеть стадию готовности детали. Реализованный модуль отображает вводимые в него данные в виде диаграмм и является иллюстрирующим снимком производства до следующего ввода актуальной информации. На первый взгляд может возникнуть интерес к указанному модулю, но при детальном рассмотрении, было установлено, что согласно техническому заданию модуль имеет специфическое предназначение и необходим для директивных указаний по стадии производства самолетокомплектов. В данном контексте может быть проведен анализ и прогнозирование представленных данных производства с большой долей погрешности, потому как показатели являются статическими. Другими словами, показатели производства и выходные данные не являются взаимозависимыми.

Исходя из выше сказанного, следует, что при изменении показателей производства, выраженных в пропускной способности оборудования, наличие ресурсов и временных рамок представить реальную картину недалекого будущего, не говоря уже о перспективе, довольно проблематично.

В результате анализа существующих решений, можно сделать вывод, что на данный момент нет инструмента в полной мере удовлетворяющего условиям поставленной задачи.

Рассматриваемая задача транспортировки деталей в условиях ограничений на территории АО «Авиастар-СП», в силу своей схожести со схемой обслуживания заявок, требует рассмотрения с применением подхода системы массового обслуживания (СМО) [2]. Такую систему можно представить моделью с абстрактными объектами, где в качестве заявки для поступления – заготовка детали, а инструменты для обработки заявки – технологическое оборудование в цехе. Например, объекты типа «очередь» имитируют ожидание без обработки [4]. Также в работе применяется ряд других показателей, характеризующих динамику производства.

На данный момент существует большое количество программных продуктов, специализирующихся на решении подобных задач. Из множества рассмотренных систем выделен программный продукт «AnyLogic». Данный выбор сделан по причине наличия в системе модуля дискретно-событийного моделирования, а также возможности проверки адекватности работы интегрированных данных в модели с использованием системы массового обслуживания.

Стоит отметить, что производственные мощности АО «Авиастар-СП» постоянно обновляются, за счет чего должна расти и производительность труда. Рассмотрим укрупненный технологический процесс изготовления самолетокомплектов для МС-21. На сегодняшний день технологический процесс формирования панели отсека фюзеляжа имеет в составе технологические операции «химическое травление обшивки», «склейка обшивки и дублера». Проведение этих операций необходимо для придания форм указанным позициям и подразумевает транспортировочные и временные расходы на доставку детали в определенный цех. При запуске в производство МС-21 был адаптирован под ограничения производственных возможностей предприятия. В настоящее время заложен фундамент и идет монтаж нового обрабатывающего центра M-Torres призванного улучшить качество обрабатываемых позиций, сократить материальные затраты, а в следствии и продолжительность цикла производства деталей за счет изготовления панели из цельного листового металла методом 3D-фрезерования и удаления из технологического процесса некоторых операций. Другими словами, изменяется технологический процесс изготовления панели, в котором отсутствуют обшивка и дублер как отдельные элементы, а вместе с ними и технологические операции формирования, транспортировки, склейки и другие. Теоретически сложно представить какие

будут результаты при вновь вводимых показателях изготовления деталей.

В ходе обзора процесса изготовления деталей МС-21 были выявлены следующие недостатки производства:

- недостоверные сроки изготовления деталей;
- неоптимальная загрузка цехового оборудования;
- невозможно в короткий срок получить данные о фактической готовности детали;
- расхождение запланированного количества деталей с фактически изготовленным.

В результате разработки и использования имитационной модели планируется выполнять обоснованный расчет необходимых ресурсов для выполнения плана производства, в следствии чего возможно снизить себестоимость изготавливаемой продукции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- уменьшить расстояния транспортировки за счет переноса мест складирования. Это повлечет снижение транспортных расходов примерно на 5%;
- свести к минимуму возникновение риска срыва сроков изготовления деталей за счет представления в динамике технологического процесса.

Для решения выделенных подзадач создана имитационная модель (ИМ) производства самолетокомплектов для МС-21. Имитация – это множество разнообразных моделей воспроизведения материального объекта, его формы, структуры, количественной величины, энергии, качества и других представлений, а также событий, действий, прогнозов и т.д., которые являются отражением функций данного материального объекта и в таком аспекте тоже являются материальными [3].

Структура ИМ отражает структуру реальной системы массового обслуживания процесса производства самолетокомплектов для МС-21. При обзоре и анализе логистического процесса были выявлены следующие показатели для включения в имитационную модель:

- переналадка оборудования;
- гибкость оборудования (способность обрабатывать широкий спектр задач);
- время, требуемое по технологическому процессу;
- пропускная способность оборудования;
- периодичность поступления деталей;
- приоритетность деталей из n -го перед $n-1$ самолетокомплексом.

Данные показатели влияют на качество продукции и как следствие на темпы изготовления самолетокомплектов. Из вышесказанного следует, что ИМ будет являться многокритериальной.

Выявленный алгоритм зависимостей показателей интегрирован в AnyLogic в виде схемы обслуживания заявок (рисунок).

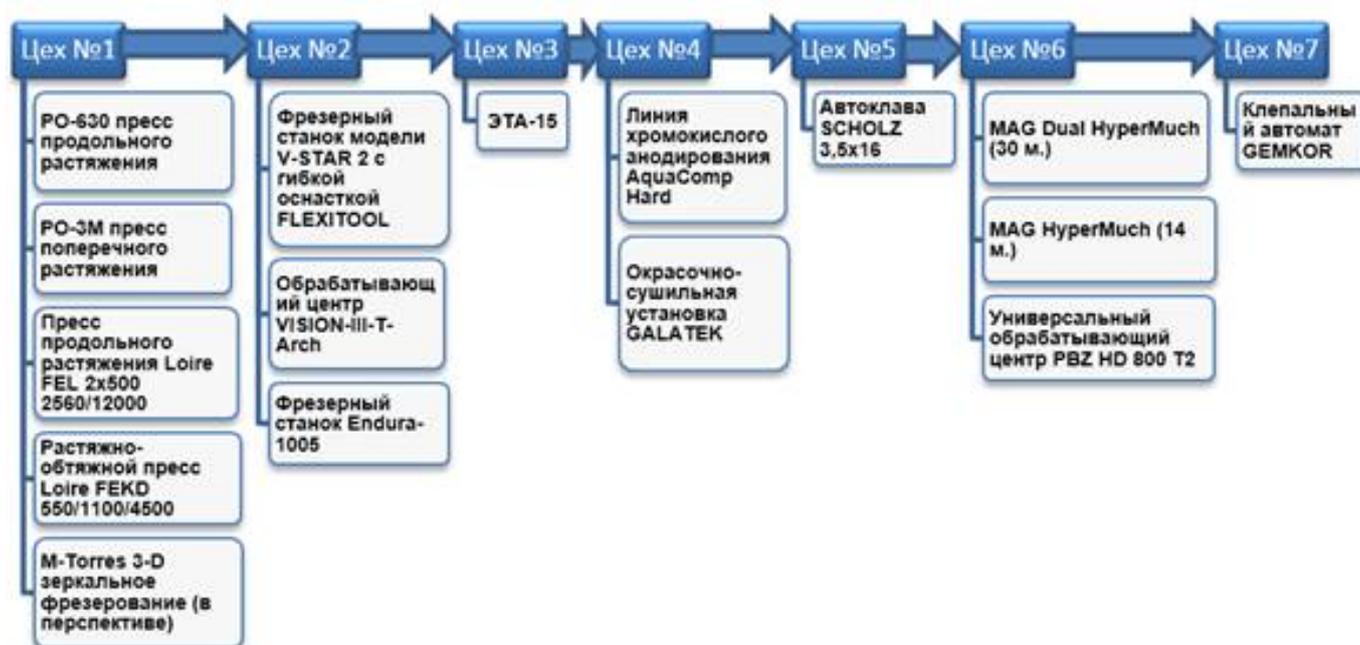


Рисунок 1. Укрупненная схема производства панелей

В модели реализованы различные возможные риски срыва сроков изготовления деталей и отставания от плана. Это может быть выражено как выходом из строя обрабатывающего оборудования и возможностью подобрать на время ремонта альтернативную замену, так и скоплением заявок в очереди и передачи части из них на аутсорсинг, в смежный цех.

После создания ИМ следует проверка на адекватность при сравнении выходных данных фактического производства за прошедший период времени с моделируемым. На основе выходных данных определяется их симптоматичность и формулируются меры воздействия на ситуацию.

Это дает возможность пользователю программного обеспечения на базе проверенной ИМ в короткий период времени представить несколько стратегий производства.

Ценность полученной ИМ заключается в проведении оптимизационных экспериментов направленных на сокращение потерь, которые видны только при детальном рассмотрении. Вторым, но не по важности моментом использования ИМ является возможность обнаружить «узкие места» производства, задавая количество изготавливаемых самолетоккомплектов.

Практическая часть данного исследования, как и его продолжение, будет заключаться в возможности применить ИМ для других изделий со схожим технологическим процессом в пределах АО «Авиастар-СП», например - ИЛ-476, и участники промышленной кооперации - ИЛ-112 и ТУ-160. Потребуется уточнение и корректировка данных на входе логистического процесса ИМ по производимой номенклатуре.

Для продолжения научно-исследовательской работы в выбранном направлении данная модель может войти в укрупненную модель технологического процесса производства всех составляющих МС-21 в промышленной кооперации самолетостроительных предприятий, как отдельная ветвь изготовления номенклатуры на территории АО «Авиастар-СП».

Как уже отмечалось, на МС-21 возлагаются большие надежды по укреплению позиций на авиационном рынке. Поэтому для решения поставленной задачи, на данном этапе необходимо уточнить недостающие показатели производительности оборудования. Сложность сбора объективной информации заключается в разрозненности мнений по циклам работы оборудования. Это порождает требование к учету многих факторов влияющих на продолжительность изготовления деталей.

Разработанная имитационная модель позволит проводить расчет и анализ показателей для организации производства изготовления самолетоконструкций для МС-21 с минимальными финансовыми затратами на оборудование.

Список литературы:

1. Боев В. Д. Компьютерное моделирование: Пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования в AnyLogic 7: - СПб.: ВАС, 2014. - 432с.
2. Бочаров П.П., Печинкин А.В. Теория массового обслуживания: Учебник. М.: Изд-во РУДН, 1995. - 529 с., ил.
3. Кобелев Н. Б., «Имитационный анализ и моделирование мировых процессов с учетом хаотических факторов,» Седьмая Всероссийская Научно-практическая Конференция «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2015), 2015.
4. Маликов Р. Ф., Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6, Уфа: БГПУ, 2013.