

ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ НА ПРИМЕРЕ САМ-ЦЕНТРА САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

©2020 Колеганова Е.А., Хаймович А.И.

Самарский университет, г. Самара, Россия

В статье решается задача исследования возможности производственной площадки с высокотехнологичным оборудованием и сложными единичными заказами с высокими рисками и стоимостью. Определяется класс задачи, рассматриваются возможные методы решения и определяется наиболее оптимальный способ решения.

Ключевые слова: производственные процессы, САМ-центр, планирование, управление, производственные площадки.

Время принятия определяющих управленческих решений часто играет решающую роль в успешном функционировании предприятия в условиях современной конкуренции. Необходимо стремиться к тому, чтобы для любой возможной ситуации от поломки оборудования до увольнения рабочих оптимальное решение было найдено до воплощения этой ситуации в жизнь. Также определенные риски необходимо заранее включить в срок и стоимость заказа, просчитав их заранее, что уменьшит неопределенность.

В качестве производственной площадки рассматривается расположенный на территории Самарского университета САМ-центр. На данном участке располагаются восемь станков: токарно-фрезерный обрабатывающий центр Traub TNA 300, фрезерный обрабатывающий центр Agie Charmilles UCP 800 Duro, пяти координатный фрезерный обрабатывающий центр S500L, шлифовально-заточный центр с ЧПУ ВИЗАС ВЗ-630Ф4, токарный станок 16Б16Т-1, фрезерный трех координатный станок с ЧПУ ALZMETALL BAZ 15 CNC, электроэрозионный проволочно-вырезной станок Agie Charmilles Agiecut Classic V2, электроэрозионный прошивочный станок Agie Charmilles Agietron Spirit II.

Имеющееся технологическое оборудование позволяет производить любую сложную продукцию. Стоимость нормо-часа высокотехнологичного оборудования высокая, поэтому рентабельно брать

сложные заказы с большой инженерной подготовкой. При этом имеют место высокие цены на производимые изделия, а также высокие риски, так как для каждого изделия составляется новый технологический процесс, который не был применён на практике ранее.

Продукция многономенклатурная. Производство заказное, мелкосерийное, высокотехнологичное. Заказы имеют место как единичные, так и на постоянной основе. Для каждого набора производимой продукции, как и для отдельного случая загрузки оборудования, существуют свои «узкие места» и решения.

Часть технологических процессов производится на рассматриваемом участке, часть - на другом, часть составляющих проходит технологическую обработку, часть сразу идёт на сборку. На одном станке может производиться обработка разных деталей, в этом случае учитываем порядок поступления, очередь запуска и время на перенастройку станка.

Цель состоит в повышении рентабельности производства за счёт повышения его загрузки. Так, задача заключается в исследовании загрузки оборудования и возможностей его догрузки, оценки рисков принятия новых заказов с учётом их сложности и приоритетности, а также разработки вариантов действий в случае нештатных ситуаций. Особенность решения данной задачи в том, что влияние на исследуемую систему различных факторов неявное, а также в том, что

необходимо учитывать неопределенности, случайные и вероятностные величины и их влияние.

Задача относится к классу задач прогнозирования, планирования и управления сложным производственным процессом.

Планируется исследовать ситуацию на примере набора из трех типовых видов продукции:

- пресс-форма, состоящая из формообразующей плиты, вставки, электрода, плиты и колонки;
- крыльчатка;
- крышка демпфера.

К аналитическим методам решения задач прогнозирования, планирования и управления сложным производственным процессом относятся линейное, нелинейное и динамическое моделирование, сетевое планирование и управление, генетический алгоритм, сети Петри, теория марковских процессов [2, 3, 10].

Линейное и нелинейное программирование представляют собой подход, в основе которого находится расчет систем соответственно линейных и нелинейных уравнений.

Динамическое программирование – подход, позволяющий решать задачи оптимизации, которые могут быть сформулированы как задачи многошагового оптимального управления некоторой системой [4].

Генетический алгоритм — это эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе.

Сети Петри используются для моделирования систем с дискретными событиями, что позволяет проводить совместный анализ поведения и структуры этих систем, улучшая их понимание.

Цепи Маркова представляют собой системное математическое моделирование, описывающее системы как стохастический

процесс с дискретными состояниями, характеризуя их своими состояниями и тем, как они чередуются.

Рассмотренные выше аналитические методы направлены на решение специфичных проблем. Для решения поставленной задачи необходим комплексный подход. Такой подход может обеспечить имитационное моделирование. Этот метод позволяет отражать производственные процессы более точно, гибко и наглядно.

Имитационное моделирование – это метод исследования систем, на которые как внутри, так и снаружи влияют многочисленные случайные факторы сложной природы. Имитационное моделирование позволяет строить модели, заменяющие реальные системы с определенной точностью, и проводить над ними эксперименты. Данный метод, благодаря возможности рассмотреть большое число альтернатив за сравнительно короткое время и оценить результаты нововведений, новых стратегий до их претворения в жизнь, становится эффективным инструментом поддержки принятия управленческих решений. Имитационное моделирование применяется для моделирования многочисленных производственных процессов [1, 5-9].

Имитационная модель максимально приближенно к действительности отображает структуру моделируемой системы. В описании имитационной модели выделяют статическую и динамическую составляющие. Первая отражает структуру системы, поведение её отдельных элементов, вторая – динамику взаимодействия элементов системы. Таким образом, описанные с помощью переменных состояния элементы, обмениваясь информацией между собой, образуют модель функционирующей системы. Динамика в имитационных моделях реализуется с помощью механизма продвижения модельного времени. Фактически разрабатывается симулятор сложной системы, который позволяет «проигрывать» различные сценарии и выбирать наиболее оптимальный (табл. 1).

Таблица 1 – Методы моделирования

	Дискретно-событийное моделирование	Системная динамика	Агентное моделирование
Уровень абстракции	Низкий и средний	Высокий	Низкий, средний и высокий
Основа	Концепция заявок, ресурсов и потоковых диаграмм. Заявка в данном случае индивидуальными свойствами обладать не может. Взаимодействие между заявками также не учитывается	Графические диаграммы причинных связей и глобальных влияний одних параметров на другие во времени. Используются «накопители» и «потоки» между ними. На уровне накопителей задаются взаимосвязи, объекты внутри накопителей невозможно индивидуализировать	Агенты – индивидуализированные активные объекты, способные взаимодействовать, развиваться, принимать решения в соответствии с заданными правилами, определяющие структуру системы. Построение системы происходит от частного к общему, снизу вверх
Сферы применения	Системы массового обслуживания, логистика, производственные и транспортные системы	Стратегический анализ и долгосрочное планирование, например, в политике, производстве, при решении социально-экономических проблем	Оптимизация организационной структуры, снижения рисков, введения инноваций, исследование распространения болезней, проектирование общественных зданий
Программные средства	Extend, Witness, Taylor, AutoMod, SIMSCRIPT, SLAM, SIMAN, AweSim, GPSS и другие.	Powersim, Vensim, DYNAMO, Stella и другие.	NetLogo, StarLogo TNG, Mimoso, Swarm, MASON, Repast, EcoLab, Cormas и другие.
Применительно к заданной задаче	Применительно к единичному производству неэффективно, так как не позволяет задавать индивидуальные свойства объектов	Высокий уровень абстракции не позволяет достичь необходимой точности.	Данный метод самый молодой и наиболее близкий к оптимальному решению поставленной задачи

Существует три основных вида имитационного моделирования – дискретно-событийное моделирование, системная динамика и агентное моделирование. В таблице 1 представлены рассматриваемые методы моделирования.

1) Дискретно-событийное моделирование было основано Джеффри

Гордоном в 1960-х годах. Система представляется в виде хронологической последовательности событий, может быть несколько текущих событий. Состояние системы меняется в дискретные моменты времени, которым соответствуют события.

Этот вид моделирования эффективно использовать для массового производства,

но при переходе к единичному производству его действенность стремительно падает.

2) В системной динамике исследование поведения системы происходит на уровне агрегированных величин с учетом количества участвующих объектов. Индивидуальные свойства объектов не важны, системная динамика специализируется на моделировании системы на макроуровне.

Применительно к позаказному производству данный метод применять можно, но результаты не будут обладать достаточной степенью точности.

3) Агентное моделирование позволяет строить нелинейные обратные связи разной сложности, использовать необходимый уровень детализации. Модель может учитывать взаиморасположение агентов, их расположение в пространстве по отношению к окружающей среде. При таком подходе смоделированная система обладает гибкостью и способностью адаптироваться, изменяться, эволюционировать.

Технологии не стоят на месте и современные программные средства, как правило, перешли к мультиагентному подходу и предпочтительно включают все три парадигмы моделирования, тем самым увеличивая шанс на быстрое нахождение оптимального решения поставленной задачи.

Для решения поставленной задачи будет использована программная среда

имитационного моделирования систем и процессов Plant Simulation из линейки продуктов Tecnomatix. Данное программное решение представляет собой объектно-ориентированную среду, совмещает в себе три вида моделирования, позволяет строить гибкие легко изменяемые цифровые модели широкого класса систем, учитывать неопределенности и вероятностные величины, а также отвечает требованиям поставленной задачи.

Благодаря моделированию рассматриваемой производственной площадки в Plant Simulation появляется возможность понизить риски высокотехнологичного производства, заранее найти решение для внеплановых ситуаций, прогнозировать результаты производственной площадки, определять сроки для новых заказов, а также тратить меньше времени на вводимые изменения.

Таким образом, определена цель - повышение рентабельности производства за счёт повышения его загрузки, поставлена задача для её достижения. Рассмотрены и проанализированы возможные методы решения класса задач, к которому относится поставленная задача. Для нахождения решения выбран наиболее оптимальный метод – имитационное моделирование с помощью программного решения Tecnomatix Plant Simulation.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гречников Ф.В., Хаймович И.Н., Ненашев В.Ю. Управление технологической подготовкой производства компрессорных лопаток на основе интегрирования автоматизированного проектирования и инженерного анализа//Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. - 2008. - № 6. - С. 42-46.
2. Замятина Е.Б. Современные теории имитационного моделирования: Специальный курс. - Пермь: ПГУ, 2007. - 119 с.
3. Лычкина Н.Н. Современные технологии имитационного моделирования и их применение в информационных бизнес-системах и системах поддержки принятия решений// Вторая всероссийская научно-практическая конференция: «Имитационное моделирование. Теория и практика», Санкт-Петербург, 2005 г.
4. Тюхтина А.А. Методы дискретной оптимизации. - ННГУ, 2015. - 72с.
5. Хаймович И.Н., Хаймович А.И., Сурков О.С. Практика применения специализированных технологических шаблонов процесса пятиосевой механической обработки лопаточных венцов моноколес// Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. - 2016. - № 1. - С. 103-108.

6. Хаймович А.И., Сурков О.С., Хаймович И.Н. Методика определения оптимальных параметров при ортогональном резании на основе аналитической модели очага пластической деформации//Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2011. - Т. 13. - № 6. - С. 186-193.
7. Хаймович И.Н. Автоматизация проектирования объектов заготовительно-штамповочного производства компрессорных лопаток авиационных двигателей//Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. - 2014. - № 2. - С.44-48.
8. Чумак В.Г., Хаймович И.Н., Хаймович А.И. Разработка системы оценки уровня автоматизации документооборота на промышленных предприятиях//Вестник Самарского муниципального института управления. - 2016. - № 3. - С. 46-53.
9. Khaimovich A.I., Khaimovich I.N. Methods and algorithms for computer-aided engineering of die tooling of compressor blades from titanium alloy// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2018. - С. 012062.
10. https://ru.wikipedia.org/wiki/Генетический_алгоритм.

REVIEW OF METHODS OF SOLVING THE PROBLEMS OF PLANNING AND MANAGEMENT OF COMPLEX PRODUCTION PROCESSES ON THE EXAMPLE SELF-CENTER OF THE SAMARA UNIVERSITY

©2020 Ekaterina A. Koleganova, Aleksandr I. Khaimovich

Samara University, Samara Russia

The article solves the problem of exploring the possibility of a production site with high-tech equipment and complex single orders with high risks and cost. The class of the problem is determined, possible solution methods are considered, and the most optimal solution method is determined.

Key words: production processes, CAM - center, planning, management, production sites.