# Цель работы.

Цель данной работы – постановка и формализация задачи планирования производства, с применением КИМ-метода.

# Введение.

В настоящее время на производственных предприятиях повсеместно осуществляется планирование активной деятельности. Данная операция предполагает анализ текущего состояния предприятия, его экономические перспективы и распределяет различные управленческие решения, зависящие от проведённого прогноза. В рамках данной работы, рассматривается процедура внесения корректировок в утверждённый производственный план.

# Планирование в производственном цикле.

Для организации деятельности производственных единиц на предприятиях составляют так называемый «производственный план». Данный план содержит описание объёма работ в календарный период. В зависимости от масштабов производства календарный период может быть равен месяцу, декаде, неделе, дню и т.п. (в зависимости от специфики производства).

План загрузки нескольких цехов - помесячно.

В зависимости от назначенного объёма работ, каждый цех составляет свой производственный план, имеющий более короткий период планирования и затрагивающий конкретные рабочие места.

План загрузки нескольких рабочих мест в одном цехе, за один месяц.

Далее в процессе реализации запланированных работ зачастую приходится вносить корректировки в принятый план.

План загрузки одного рабочего места с корректировкой.

При внесении корректировок, как и на других этапах планирования, необходимо принимать так называемые «управленческие решения»: решение позволяет выбрать одну из нескольких альтернатив развития событий.

3 варианта изменения плана.

Управленческое решение основывается на текущей ситуации и личном опыте ответственного лица. Рассмотрим более подробно принципы принятия управленческих решений.

# Управленческое решение.

Под термином «управленческое решение» (УР) будем подразумевать такое решение – которое определяет поведение производственного звена на предприятии в слабо предсказуемой ситуации. УР принимается на всех этапах и уровнях планирования. Решения о стратегии развития предприятия принимаются на самом высоком уровне (например совет директоров), тогда как решения по обслуживанию станка принимаются непосредственно оператором на рабочем месте (например степень обработки детали). Абстрактно ситуация, требующая УР иллистрируется следующим образом:

Абстрактная ситуация требующая УР

Существуют определённые принципы, и подходы, которыми можно руководствоваться, при принятии УР:

1. Решение принимается на основе статистической информации о текущем состоянии. Например, если достоверно известно, что перерасход крепежа при сборке форм составляет порядка 10%, целесообразно при оформлении заказа на материалы учесть этот перерасход. Данный подход будем называть статистическим анализом ситуации.
2. Решение принимается на основе квалификации, личного опыта и здравых рассуждений ответственного лица. Данный подход отличается от предыдущего отсутствием достоверных статистических данных о текущей ситуации. Так например при штучном производстве статистика по перерасходу материалов может отсутствовать и мастер должен исходя из личного опыта определить перерасход и включить его в запланированную доставку материалов. Данный подход обозначим как эвристический анализ ситуации.
3. Принимается оптимальное решение – полученное в результате математического моделирования и экстраполяции ситуаций принятия каждого из возможных альтернативных вариантов. Данный подход предполагает, что мы можем просчитать все варианты развития событий, учесть все влияющие внешние факторы, и выбрать гарантированно оптимальное решение. В зависимости от сложности системы и технического задания, данная задача может решаться либо:
   1. Методами и принципами динамического программирования. При этом полное моделирование процесса заменяется частичным моделированием с математическим расчётом всех возможных состояний системы. На практике выражается в виде перебора с активным отсечением статистически менее оптимальных решений. Графически выглядит как поиск пути по взвешенному графу, где вершины – различные состояния системы.   
      Данный метод сложно применить при принятии решения, так как оптимальность промежуточного состояния не всегда означает оптимальность полного решения.

Граф для пояснения принципов работы поиска в ширину.

* 1. Методом полного перебора. Данный метод не реализуем в виду большого объёма вычислений при наличии больного набора изменяющихся параметров.

В качестве комбинации данных подходов для принятия управленческого решения предлагается использовать метод конструктивно-имитационного моделирования (КИМ-метод).

# КИМ-метод.

Более подробно КИМ-метод описан в работе: «М.В. Воронов: Конструктивно-имитационное моделирование слабоструктурированных систем, «Известия МАН ВШ№4(42)» 2007г. С.156-165». Опишем лишь ключевые моменты данного метода.

Основная идея метода – принятие решения в актуальный момент времени. При принятии текущего актуального решения, система переходит в новое состояние, операция моделирования повторяется. Так происходит до тех пор, пока не будете получен план принятия решений для достижения поставленной цели.

При выборе одного из альтернативных решений, КИМ-метод предполагает использование метода рандомизированного розыгрыша, что позволяет получать различные результаты работы модели на каждом запуске. Данный фактор позволяет получить набор производственных планов, путём многократного запуска модели.

После серии запусков КИМ-модели оператор может вручную выбрать наиболее приемлемый план и поставить его в производство.

Алгоритм КИМ-метода в виде блок-схемы.

Рассмотрим КИМ-метод на примере постановки нового заказа в план производства.

# Пример применения КИМ-метода.

Для примера рассмотрим постановку производства нового из деля в цех.

1. Заказчик (например: запрос из отдела заказов) приходит к мастеру с целью постановки в производство нового заказа.

Заказчик и мастер.

1. Мастер имеет план загрузки цеха на текущий плановый календарный период. Дальнейшие изменения плана проводятся над его копией.

Календарный план одного цеха.

1. Специфика заказа позволяет выполнить его несколькими способами, по-разному загрузив цех.  
     
   Так как КИМ-метод предполагает моделирование минимально-возможного шага, то и загрузка мощностей прогнозируется на один шаг вперёд.

3 варианта исполнения

1. Каждый выделенный вариант взвешивается оценочной функцией, которая имеет вид:  
      
   При взвешивании учитываются все значимые факторы, влияющие на конечный результат (расходы на производство, сроки, погодные условия и т.п.)



1. Далее методом рандомизированного розыгрыша выбирается один из вариантов исполнения.  
      
   Вносим корректировки в текущую копию плана, исходя из выбранного исполнения

Визуализация рандомизированного розыгрыша.

1. Если заказ не выполнен, переходим к моделированию следующего дня. Переходим в пункт №3.
2. Когда произведено моделирование постановки в производство мы получаем готовый план. КИМ-метод предполагает выбор одного из возможных готовых планов, полученных путём пошагового моделирования. Для получения множества таких планов – произведём многократный запуск моделирования начиная с пункта №2.
3. Получив множество планов мастер выбирает некоторые из них (например: самый оптимальный по времени и самый минимальный по затратам) и предлагает их заказчику.
4. План составленный мастером и устраивающий заказчика (по стоимости) внедряется в производство, путём редактирования текущего плана производства.

План с поставленным заказом.

Таким образом КИМ-метод сочетает в себе все отмеченные ранее принципы принятия управленческих решений:

1. Статистический анализ ситуации необходим для настройки функций оценки.
2. Эвристический анализ отражается в настройке функций оценки, а так-же осуществляется непосредственно при выборе одного из готовых планов.
3. Перебор производится на ограниченном множестве решений с эвристическим и статистическим отсечением путей.

Стоит также отметить, что благодаря механизму рандомизированного розыгрыша мы можем обрабатывать все допустимые варианты принятия решений, при этом, не отсекая пути с низкой оценкой. Это означает, что количество обработанных вариантов принятия решений прямо пропорционально времени, отведённому для принятия решения, что позволяет осуществлять более точные прогнозы и поиск приемлемого варианта исполнения за увеличенное время моделирования.

# Модель с использованием КИМ-метода.

Исходя из описанных выше принципов, разработана программная модель планирования производства для предприятия, с использованием КИМ-метода. Выбранное предприятие состоит из 3х блоков:

1. Отдел производства – Цех.
2. Отдел доставки и склад.
3. Отдел бухгалтерского учёта – Касса.

Кроме того существует два дополнительных модуля:

1. Модуль внутреннего состояния – хранит все структурные единицы предприятия и некоторую дополнительную информацию (текущая дата и тп.).
2. Модуль внешней среды – содержит информацию о режиме работы других предприятий, цены на товары и прочее.

Схематично данные структуры представлены следующим образом:

Схема структурных модулей

Для реализации КИМ-метода созданы следующие объекты:

1. Модуль KimProcess – реализующий механизмы рандомизированного розыгрыша и пошагового итеративного моделирования.
2. Модуль KimMethod – абстрактный интерфейс для реализации моделирования различных глобальных управленческих решений и две его реализации:
   1. WorkshopKimMethod – УР о постановке нового заказа в план
   2. DeliveryDetailKimMethod – УР о доставке материалов на производство.
3. SimpleMethod - абстрактный интерфейс для реализации минимальных шаговых решений. Его реализации содержат: функции доступности, оценки и применения единичного УР. В текущей модели создано 4 реализации:
   1. WorkshopStartMethod – старт производства заказа.
   2. WorkshopProduceMethod - непосредственно пошаговое производство.
   3. DeliveryBookPartMethod – доставка материалов для производства заказов.
   4. CountingMethod – учёт денежных средств (приход и расход).

Схематично данные модули изображаются следующим образом:

Схема сопряжения и вызова описанных выше модулей.

По мере наращивания и усложнения модели количество методов может быть увеличено.

Модель настраивается путём занесения информации в файлы конфигураций. По завершению работы программная модель выдаёт информацию о наилучшем выбранном плане.

Определённые трудности в настройке полученной модели связаны с:

1. Сложностью определения функций оценки.
2. Сложностью алгоритмического описания взаимодействия различных модулей.

Полученная модель требует расширения для прикладного использования и на данный момент, является прикладной иллюстрацией КИМ-метода.