# Принятия решений в производстве и задачи построения СППР.

## Анализ задачи принятия решений.

Практика работы на производстве зачастую показывает, что мероприятия по улучшению процессов определяются и проводятся выборочно и интуитивно, что приводит к ограниченному использованию возможных эффектов рационализации. Однако, используя систематичный подход к реализации планируемой задачи и выделяя на это соответствующие ресурсы до начала внедрения изменений, можно избежать дорогостоящих корректировочных действий в процессе производства и таким образом снизить затраты и быстрее получить прибыль.

Планирование производства - это систематическая деятельность, которая позволяет рассчитать и спрогнозировать цели и этапы производственного процесса при таких изменениях, как расширение товарного ассортимента, внедрение нового продукта или услуги, применение новой техники, устранение слабых мест в существующей рабочей системе и т.д.[[1]](#footnote-1)

В общем случае задача планирования производства является частным случаем слабоструктурированной проблемы. Слабо структурированные (ill — structured), или смешанные проблемы – содержат как качественные элементы, так и малоизвестные, неопределенные стороны, которые имеют тенденцию доминировать.[[2]](#footnote-2)

Для решения подобных проблем применяют методологию системного анализа. Процедура решения проблемы предполагает выполнение следующих этапов:

1. Формулировка проблемной ситуации;
2. Определение целей и критериев;
3. Обоснование решений;
4. Поиск оптимального допустимого варианта решения;
5. Согласование и реализация решения;
6. Проверка эффективности решения.

Приведенная технология ориентирована на повышение эффективности сложных решений для структурированных и слабоструктурированных проблем. Для повышения определённости ситуации в неструктурированных и слабоструктурированных проблемах, применяют различные экспертные системы и системы поддержки принятия решений (СППР).

## Принципы построения СППР.

Современные системы поддержки принятия решения, возникшие как естественное развитие и продолжение управленческих информационных систем и систем управления базами данных, представляют собой системы, максимально приспособленные к решению задач повседневной управленческой деятельности, являются инструментом, призванным оказать помощь лицам, принимающим решения (ЛПР).

СППР, как правило, являются результатом мультидисциплинарного исследования, включающего теории баз данных, искусственного интеллекта, интерактивных компьютерных систем, методов имитационного моделирования.

При создании автоматизированных систем, в зависимости от сложности и степени формализации предметной области, могут применяться следующие виды проектирования:

1. Индивидуальное проектирование - характеризуется тем, что все виды работ для различных объектов выполняются по индивидуальным проектам.
2. Типовое проектирование – разбиение системы на множество составных компонентов и создание для каждого из них законченного проектного решения, которое при внедрении привязывается к конкретным условиям объекта.
3. Автоматическое проектирование – осуществляемое с CASE-средств (Computer-Aided Software Engineering).

CASE-системами или CASE-технологиями называют реализованные в виде программных продуктов технологические системы, ориентированные на создание сложных программных систем и поддержку их полного жизненного цикла или его основных этапов. [[3]](#footnote-3)

CASE-системы включают в себя средства для формализации требований, проектирования ПО и БД, генерации кода, тестирования, документирования и тп. CASE-технологии являются естественным продолжением эволюции всей отрасли разработки ПО. Традиционно выделяют 6 периодов, качественно отличающихся применяемой техникой и методами разработки ПО. В качестве инструментальных средств в эти периоды использовались:

* ассемблеры, дампы памяти, анализаторы;
* компиляторы, интерпретаторы, трассировщики;
* символические отладчики, пакеты программ;
* систем анализа и управления исходными текстами;
* CASE-средства анализа требований, проектирования спецификаций и структуры, редактирования интерфейсов(1-ая генерация CASE-1;
* CASE-средства генерации исходных текстов и реализации интегрированного окружения поддержки полного ЖЦ разработки ПО (2-ая генерация CASE-II).

CASE-средства вместе с системным ПО и техническими средствами образуют полную среду разработки.

## Функциональная схема СППР.

Принятие решения в большинстве случаев заключается в генерации возможных альтернативных решений, их оценке и выборе лучшего варианта. В сложных и ответственных моментах ЛПР обращается к экспертам за подтверждением своего решения. Такие обращения представляют собой процесс поддержки принятия решения.[[4]](#footnote-4)

Общая функциональная схема СППР выглядит следующим образом:



Рисунок . Функциональная схема СППР

Где:

1. X – Множество входных параметров, описывающих задачу.
2. Y – Множество выходных параметров, описывающих решение.
3. F() – Блок проектирования управляющих решений(УР).
4. G() – Блок оценки и выбора УР.
5. E() – Блок прерывания имитационного процесса.
6. V – Множество факторов внешней среды.
7. A – Промежуточное состояние системы при проведении имитационного моделирования.
8. B – Множество допустимых УР и результатов их применения.
9. С – Текущее состояние системы.

Реализация блоков F(),G(),V – осуществляется математической моделью, описывающей предметную область применения СППР (производственный объект).

Данная схема отображает два основных механизма СППР:

1. Механизм оценки и выбора управленческих решений (УР).
2. Механизм имитационного моделирования.

Для оценки УР можно применять интуитивный анализ и формализованный расчёт.

При интуитивном анализе оценку и принятие решения выполняет непосредственно эксперт или ответственное лицо. При этом анализ проводится в ручном режиме, а количество учитываемых факторов пропорционально уровню компетентности эксперта. Данный анализ зачастую применятся при стратегическом планировании. Существуют распространённые методики такие как: SWOT-анализ, направленные на сбор и обработку информации для последующей экспертной оценки.

Для реализации формализованного расчёта необходимо наличие математической модели, описывающей предметную область принятия УР и набор критериев оценки формальных параметров системы. Данная методика применяется при краткосрочном планировании и позволяет получать промежуточные результаты, без привлечения эксперта. Формализация предметной области – достаточно объёмная задача и решается в частном порядке.

Имитационное моделирование применяется при долгосрочном планировании, когда полнота описания системы невозможна (в виду неполноты аналитического описания или отсутствия строгого решения). С помощью математической модели, имитирующей предметную область, генерируются промежуточные состояния системы. Вариативные ситуации (переходы к одной из возможных альтернатив состояния системы) разрешаются механизмами оценки и выбора УР.

В случаях, когда имитационный процесс не требуется, из схемы СППР исключается обратная связь и блок E().

## Проблемы принятия решений.

Главная трудность в принятии решения – выбор лучшего варианта, который происходит в условиях неопределённости.

Основные методы в теории принятия решений можно разделить на три группы:

1. Аксиоматические.
2. Эвристические.
3. Вербальные.

Аксиоматические методы принятия решения основаны на формализации принципов человеческого мышления. Для этого вводится ряд формальных утверждений о поведении человека, которые называются аксиомами рационального поведения.[[5]](#footnote-5)

Кроме того вводится понятие функции полезности – отражающей принципы максимизации полезной величины. Развитие аксиоматических методов привело к появлению теории полезности, теории проспектов и многокритериальной теории полезности.

Данные методы требуют достаточно больших временных затрат на проверку выполнения аксиом и построения функции полезности.

Эвристические методы – нормативные методы принятия решений, не имеющие теоретического обоснования. Общим для этих методов является метод взвешенных сумм оценок критериев. Данный метод предполагает определение оценки важности каждого критерия, подсчёт полезности каждой альтернативы по всем критериям с учётом их оценки, и сравнение альтернатив по определённым оценкам полезности.

Аксиоматические и эвристические методы имеют недостатки, связанные с ограничениями человека (ЛПР) в возможностях обработки информации. Так, например, достаточно тяжело описать характер ошибок и их влияние на функцию полезности. В эвристических методах, зачастую, ЛПР расставляет качественные оценки определяющих критериев, однако эти оценки, далее, преобразуются в количественные значения по заранее неизвестной для ЛПР шкале (например: от 0 до 10).

Существующие неточности в имитации логики человека устраняются при применении вербальных методов анализа решений. Данные методы предусматривают:

1. Язык описания и анализа проблемы совпадают и определяются ЛПР;
2. Логические операции преобразования словесных переменных (оценок альтернатив по критериям) должны быть математически корректны;
3. Предусматриваются методы проверки информации на непротиворечивость.

На практике, вербальные методы предлагают ЛПР последовательный выбор среди набора качественных альтернатив. Например: выбор наиболее значимого фактора, или выбор наиболее приемлемого состояния в определённой ситуации. Далее на основании полученных данных ЛПР получает частично упорядоченные по ценности варианты решений. Данный подход не всегда позволяет чётко выявить наиболее выгодное решение, но полученный результат характеризуется высокой надёжностью в силу психической обоснованности действий ЛПР и математической обоснованности преобразований данных.

## Проблемы имитационного моделирования.

В данном разделе не анализируются проблемы прикладного внедрения и настройки моделей.

Основной проблемой, возникающей в сфере имитационного моделирования, является рост вычислительной сложности. Согласно принципам оценки алгоритмической сложности, время вычисления одной итерации и требуемая память в имитационной модели, прямо пропорциональны количеству критериев в целевых функциях математической модели. Кроме того, количество итераций моделирования прямо пропорционально времени имитационного периода и количеству критериев целевых функций. Последнее отражает возможность получения вариативного результата моделирования на каждой итерации (итерация способна породить несколько состояний системы). В результате чего, рост вычислительной сложности задачи моделирования имеет лавинообразный (экспоненциальный) характер. В теории алгоритмов подобные задачи относят к классу NP-задач: проверка решения в таких задачах может быть произведена вычислением многочлена, наличие или отсутствие решения за линейное время в настоящий момент не доказано.

Для простых моделей, оперирующих малым количеством критериев и малым имитационным периодом, данная проблема может решаться полным анализом предметной области (полный перебор всех состояний системы). По мере усложнения модели и увеличения имитационного периода, вводятся различные ограничения, допущения, математические и эвристические отсечения – с целью уменьшить активную область имитации и проводить вычисления только с ограниченным множеством значении. При этом, не гарантируется 100% вероятность нахождения локального оптимального решения в любой частной ситуации.

Методы математических «отсечений» рассматриваются в дисциплине «Динамическое программирование». Примерами эвристических алгоритмов являются: генетические алгоритмы, алгоритмы роя частиц, а также любые другие частные решения, основанные на эвристическом анализе.

## Постановка задачи по разработке принципов построения СППР.

В настоящее время, крупные СППР представлены на рынке в качестве ERP систем и распространяются в виде типизированных настраиваемых программных пакетов, поместное внедрение которых производится в частном порядке.

Разработка СППР является частным случаем процесса разработки программного обеспечения, который включает этапы:

1. Анализ требований
2. Проектирование архитектуры
3. Кодирование/реализация
4. Внедрение и сопровождение

Рассматривается задача проектирования абстрактной СППР. Условия эксплуатации предполагают решение задач календарного планирования, при отсутствии полных статистических данных (слабоструктурированная задача). Требуется рассмотреть возможность построения и функционирования СППР, с применением метода конструктивно-имитационного моделирования (КИМ-метод).

# КИМ-метод как реализация механизмов СППР.

## Описание КИМ-метода.

Как следует из названия, метод конструктивно-имитационного моделирования (КИМ-метод) – описывает принцип функционирования имитационной модели. Главная идея данного метода исходит из практики принятия решений в реальных производственных условиях, а потому основное назначение метода – поддержка принятия решения в вариативных ситуациях.

Рассмотрим блок схему абстрактного алгоритма имитационной модели прогнозирования и принятия решений:



Рисунок 2. Общая схема имитационной модели принятия решений

КИМ-метод предполагает реализацию данного алгоритма, при этом оговаривая принципы реализации блоков 1,2,3:

1. Формирование настроек итераций – реализуется как формирование набора частных допустимых решений. Генерация решений осуществляется на основании строго описанных правил и актуален только на данной итерации.
2. Расчёт возможных состояний – описывается как вычисление функции оценки вида , где «с» - это параметры, количественно описывающие допустимое решение, а «g» и «q» – настроечные коэффициенты, необходимые для комплексного оценивания качественно различных характеристик.
3. Оценка и выбор осуществляется методом рандомизированного розыгрыша, предполагающего прямую зависимость вероятности выбора состояния от его оценки.
4. Имитационное изменение – не предполагает специфики со стороны КИМ-метода.

КИМ метод позволяет определять серию тактических шагов, для достижения заданной стратегической цели. Субъектом моделирования можно считать абстрактный объект X, имеющий n-мерный массив состояний (вектор состояний), в котором также учитывается идентификатор порядка итерации (номер итерации или соответствующая временная метка). Минимальный тактический шаг рассчитывается в течении одной итерации. Каждая итерация подразумевает генерацию набора новых объектов Y (y1,y2…yn), взвешивания и выбора наиболее «ценного» Yi.

Благодаря механизму рандомизированного розыгрыша, КИМ-метод позволяет улучшать качество найденного решения, путём увеличения количества имитаций. Минимальное время нахождения одного стратегического маршрута линейно зависит от количества дискретных временных интервалов.

Подробно КИМ-метод описан в работе: «М.В. Воронов: Конструктивно-имитационное моделирование слабоструктурированных систем, «Известия МАН ВШ№4(42)» 2007г. С.156-165».

Функциональная схема КИМ-метода содержит блок абстрактной имитационной СППР (см рис. 1).



Рисунок . Функциональная схема имитационной модели

## Пример частных задач, решаемых на базе КИМ-метода.

Принцип работы КИМ-метода можно рассмотреть на примере работы с календарным планом предприятия. Рассмотрим алгоритм постановки в производство нового изделия.

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



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



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.



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



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.



1. Получив множество планов мастер выбирает некоторые из них (например: самый оптимальный по времени и самый минимальный по затратам) и предлагает их заказчику.

Графически процесс составление плана выглядит следующим образом:



Рисунок . Графическое представление КИМ-метода

План, составленный мастером и устраивающий заказчика (по стоимости) внедряется в производство, путём редактирования текущего плана производства.



## Сравнение и новизна КИМ-метода.

Новизна КИМ-метода заключается в принципиально новом подходе к вероятностному подходу в имитационном процессе.

Существующие методы ориентированы на получение результата моделирования одного прохода, с переносом логики анализа и поиска решения на этапы промежуточных шагов (итераций), что приводит появлению проблем, связанных с ростом вычислительной сложности (см. п. 1.5). КИМ-метод частично выносит логику поиска решения из этапа итераций, за счёт введения многократного имитационного цикла. Этот механизм позволяет, получать результат работы модели с определённым качеством, за заранее оговоренное время.

Принцип получения результата за регламентированное время – является основным для систем реального времени (СРВ). КИМ-метод естественным образом может быть использован при построении подобных систем. При создании СРВ, заказчик предъявляет набор требований по времени и качеству принятия решений. КИМ-метод позволяет улучшить характеристики уже существующих систем и создавать СРВ в новых областях деятельности.

## Математические модели…..

## …

# Разработка СППР на базе принципов КИМ-метода

## Техническое задание.

## …

1. http://www.up-pro.ru/encyclopedia/planirovanie-proizvodstva.html [↑](#footnote-ref-1)
2. Сараев А.Д. Щербина О.А. «Системный подход, системный анализ и новейшие информационные

   технологии» [↑](#footnote-ref-2)
3. http://starik2222.narod.ru/trpp/lec/9.htm [↑](#footnote-ref-3)
4. Информационные технологии (Е.Л. Румянцева, В.В. Слюсарь) [↑](#footnote-ref-4)
5. Проблемы принятия решений (Ларичев О.И. ) [↑](#footnote-ref-5)