

УДК 519.6

UDC 519.6

**РАЗРАБОТКА ОСНОВ ТЕОРИИ
УПРАВЛЕНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА
ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО
КОМПЛЕКСА**

**DEVELOPMENT OF THE BASIS OF THE
THEORY OF MANAGEMENT AND DECISION
MAKING IN TIMBER INDUSTRY COMPLEX
COMPANY**

Сушков Сергей Иванович
д.т.н., профессор
*Воронежская государственная лесотехническая
академия, Воронеж, Россия*

Sushkov Sergey Ivanovich
Dr.Sci.Tech., professor
*Voronezh State Academy of Forestry and
Technologies, Voronezh, Russia*

В данной работе описываются основные задачи многокритериальной оптимизации при эксплуатации комплекса лесотехнических машин, а так же предложен вариант реализации схемы СППР, обеспечивающий решение многокритериальных задач управления парком лесотехнических машин

This article describes the main problems of multi-objective optimization in management of the complex of forestry engineering machinery, as well as it proposes an option of implementation of the scheme of SPPR, which provides a solution of multi-objective control problems of the park of forestry machines

Ключевые слова: МЕТОДЫ, ОПТИМИЗАЦИЯ,
МАШИНЫ, ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ,
ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ЭКОНОМИКА,
УПРАВЛЕНИЕ

Keywords: METHODS, OPTIMIZATION,
MACHINE, ROLLING STOCK, OPERATION,
ECONOMICS, MANAGEMENT

Одной из областей применения математических методов оптимизации является эксплуатация подвижного состава транспортно-технологических машин, составляющих, в частности, парк лесотехнической техники. В связи с чем можно обозначить круг главных задач, связанных с эксплуатацией комплекса лесотехнических машин, в которых целесообразно приложение методов поиска оптимального решения (рис. 1).



Рис. 1 Взаимосвязи методов многокритериальной оптимизации и основных характеристик лесотехнической техники

Задача оценки подвижности носит многокритериальный характер, где частные критерии зависят от некоторых обобщенных величин, составляющих аргументы рассматриваемых целевых функций. В качестве аргументных обобщенных величин используются параметры и характеристики, описывающие конструкцию машины, ее эксплуатационные свойства и режимы движения. В связи с этим формулируются четыре постановки задачи оценки подвижности:

1. в заданных условиях эксплуатации при принятых режимах движения определить оптимальную конструкционную конфигурацию машины;

2. при заданных конструкционной конфигурации машины и условиях эксплуатации определить оптимальные режимы ее движения;

3. при заданной конструкционной конфигурации машины и выбранных режимах ее движения определить критические (оптимальные) условия эксплуатации;

4. определить экстремумы обобщенных целевых функций лесотехнических средств как показателей их подвижности и провести их сравнение с целью поиска наилучшего варианта.

Последняя задача граничит с задачей оценки конкурентоспособности. Задача оценки конкурентоспособности опирается на неограниченное множество частных целевых функций, которые описывают конструкционные, эксплуатационные и режимные показатели, а так же экономические, технологические и потребительские свойства машин. Задача конкурентоспособности формулируется следующим образом: определить оптимальные конструкционные, эксплуатационные, технологические, экономические и потребительские свойства с целью достижения наивысшей конкурентоспособности лесотехнических машин. Однако определение обобщенной целевой функции, описывающей оценку конкурентоспособности, может производиться и для сравнения качества двух и более образцов машин. При этом задача формулируется таким образом: определить оптимальные значения обобщенных целевых функций, описывающих конкурентоспособность лесотехнических средств, с целью их качественного сравнения.

Никакая конкурентоспособная машина не сможет обладать достаточной подвижностью без грамотной ее эксплуатации. Достижение этого связано со своевременным проведением технического обслуживания и ремонтов. На сегодняшний день основой постановки машины на техническое обслуживание являются косвенные показатели (пробег машины) или физическое разрушение систем, агрегатов, узлов и деталей

машины. Основой грамотной эксплуатации и эффективного функционирования техники является своевременная ее диагностика. Наиболее выгодной формой является бортовая диагностика. Она позволяет не только своевременно предупредить о необходимости обслуживания или ремонта, но и в ходе активной эксплуатации настраивать системы, агрегаты и узлы машины на оптимальную их работу.

Задачи создания надежных диагностических систем сложных технических объектов решаются с применением методов многокритериальной оптимизации. Для лесотехнической техники эта задача формулируется следующим образом: определить оптимальную совокупность считываемых параметров и характеристик с каждой точки контроля для оценки подвижности и работоспособности при оптимальном количестве точек контроля с точки зрения распознавания дефектов любой кратности и минимизации затрат на создание системы бортовой диагностики разрабатываемой машины.

Для выделенных задач, возникающих в ходе эксплуатации комплекса лесотехнических машин, существует множество различных алгоритмов принятия многокритериальных решений и соответственно различных способов адаптации этих алгоритмов. Для сравнительной оценки эффективности их использования в конкретных задачах бывает недостаточно только теоретического анализа. Хотя очевидно, что при принятии решений целесообразно в максимальной степени руководствоваться формальными методами их оценки и оптимизации.

При реализации многокритериального выбора даже в условиях значительной неопределённости (к таким задачам относится, в частности, оценки подвижности и конкурентоспособности лесотехнических средств), лицо принимающее решение (ЛПР) обязан осуществить выбор из конечного числа альтернатив $A = \{a_i\}$, $i = \overline{1, m}$. Последствия каждого выбора в силу неопределённости неочевидны, поскольку зависят от

<http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/26.pdf>

некоторого количества внешних факторов и ситуаций, в формируемой модели принятия решений являющихся для ЛПР неуправляемыми переменными. Условимся считать количество таких состояний конечными (это всегда можно обеспечить, объединив несколько неопределённостей в одну), образующим конечное множество $S = \{s_j\}$, $j = \overline{1, n}$. Выбирая для каждого состояния s_j некоторую альтернативу a_i , ЛПР получает и должен проанализировать некоторые последствия c_{ij} из соответствующего множества C .

Задачей формального выбора является объединение множеств A , S и C некоторой функцией F , определив меру эффективности W и количественное (качественное) объяснение принимаемых решений.

Несмотря на широкие исследования в области принятия решений, до сих пор не найден оптимальный подход к задачам выбора.

Анализ существующих алгоритмов и методов показывает, что все они имеют свои недостатки и достоинства [2, 3]. При их использовании в конкретных системах не только приходится учитывать противоречивые требования по обеспечению быстродействия и точности выбора, но и характер самих задач (количество влияющих критериев, их взаимосвязь, относительная важность и т.д.). Это значит, что даже для однотипных задач при разных исходных данных эффективность различных методов не одинакова.

На практике часто встречаются ситуации, когда при сравнении двух альтернатив использование аддитивного критерия может привести к ошибке выбора [3]. Таким образом, при существенно разных значениях соответствующих критериев двух альтернатив, для получения адекватного результата, целесообразно использовать другие методы, например, метод парных компенсаций.

Следовательно, для автоматизированного управления парком лесотехнической техники, где очень широк диапазон возможных ситуаций, к традиционной задаче выбора альтернатив необходимо добавить процедуру определения самого метода их выбора. Формально эту задачу можно сформулировать следующим образом.

Имеется несколько описанных функций (процедур, алгоритмов или методов) F_t , позволяющих при любом состоянии системы найти альтернативу A (вариант действий) получения заданных последствий C : $A = F_t(S, C)$. В данном выражении t – это конкретный метод, эффективность W которого также зависит от конкретной ситуации S : $W = I_t(S)$.

Проанализировав актуальный в заданном временном интервале диапазон V_k , можно оценить наибольшую эффективность I_k и, соответственно, выбрать оптимальный метод T .

$$T = t, \text{ при } \max_{t,k} (I_{t,k}),$$

где $V_k \in (1; n)$, $k = \overline{1, K}$, $K \ll n$.

Таким образом, для достижения заданных последствий целесообразно выбрать для управления альтернативу A .

$$A = F_t(S, C).$$

В такой постановке для оценки множества C в реальном масштабе времени эффективным представляется создание автоматизированной системы управления парком лесотехнических машин. Концептуальная модель СППР (систем поддержки принятия решений) содержит в себе следующие блоки [1]: интерфейс “пользователь-система”; блок анализа проблем; блок принятия решений; база данных; база моделей; база знаний.

Большинство существующих СППР не обладают полным набором перечисленных выше блоков и ориентированы на сравнительно узкий круг задач.

Анализируя задачи управления парком лесотехнических машин и использование для этого СППР становится ясным необходимость дополнить рассмотренную выше модель подсистемой оперативной “подгонки” алгоритмов под весь диапазон возможной динамики реальной обстановки. Эта задача реализуется введением блока моделирования изменений обстановки и блока автоматизированного анализа эффективности.

В классических СППР происходит распознавание текущей ситуации, т.е. подбор из базы моделей наиболее адекватной, после этого, используя базу знаний, ЛПР выполняет соответствующую процедуру принятия решения [4].

Предлагается для более правильного выбора нужной процедуры принятия решения после подбора основной модели проблемы (альтернативы) варьировать составляющие этой модели (атрибуты). В диспетчерских системах это эквивалентно тому, что после распознавания текущей обстановки смоделировать возможные изменения.

Таким образом, основная задача блока моделирования обстановки – формирование набора значения параметров, описывающих ситуацию, по определённым характеристикам отличную от данной. Во всех существующих СППР именно ЛПР на основании анализа проблемы уточняет свои предпочтения и вырабатывает наилучший вариант её решения. Однако для тестирования выбранных и близких процедур и методов в нужном диапазоне необходима оперативная оценка их эффективности по выбранным ЛПР критериям. Для решения этой задачи служит блок анализа эффективности.

Кроме оперативного выбора наиболее подходящего алгоритма принятия решений возникает возможность наиболее быстро подобрать наиболее эффективный в данной ситуации алгоритм адаптации за счёт

уменьшения размерности перебора (тестирование только вблизи реальных значений).

После предварительной работы СППР и ЛПР, традиционными методами распознаётся текущая ситуация и выбираются группы методов, наиболее подходящих для решения текущей проблемы. После уточнения своих предпочтений ЛПР выбирает критерии эффективности методов. Далее предлагаемая (модернизированная) СППР может дополнительно решать следующие задачи:

1. Моделирование обстановки, т.е. набора значений характеризующих её параметров, в заданном диапазоне.
2. Решение задачи принятия решения для всех смоделированных ситуаций всеми выбранными методами.
3. Выбор наиболее оптимального метода.
4. Тестирование для выбранного метода всех алгоритмов адаптации (подбора весовых коэффициентов) для заданного набора ситуаций.
5. Выбор наиболее оптимального алгоритма адаптации.

Для обеспечения гибкости системы целесообразно включить возможность ввода в систему дополнительных алгоритмов и методов, а также ввода известных статистик по принятым решениям в уже известных ситуациях. Упрощенная функциональная схема предлагаемой подсистемы изображена на рис.2.

Рассмотрим назначение основных элементов.

Блок формирования обстановки служит для формирования типа, размерности и диапазона значений параметров, характеризующих текущее состояние парка лесотехнических машин. Конкретные значения всех или нескольких параметров могут либо генерироваться по определённому закону (блок формирования параметров), либо соответствовать реальной или заданной обстановке (ввод заданных параметров). Это позволяет

снизить размерность задачи перебора всех возможных вариантов, т.е. проводить исследования только вблизи наиболее интересующих состояний.



Рис. 2 Функциональная схема предлагаемой системы

Работу блока кратко можно описать следующим алгоритмом:

- составления перечня всех параметров, используемых в выбранной модели;

- вывод пользователю тех параметров списка, значение которых известно, а также величины этих параметров, источник информации и степень достоверности;
- выбор пользователем параметров, которые в дальнейшем будут считаться достоверно известными;
- выбор пользователем диапазона и закона (например шага) изменения оставшихся параметров;
- прогнозирование (примерный расчёт) времени, необходимого на моделирование всех вариантов;
- анализ пользователем целесообразности данного диапазона варьирования значениями при полученных затратах времени для конкретной задачи тестирования;
- в случае необходимости возврат на корректировку исходных условий моделирования отклонений.

Блок автоматизированного анализа эффективности – для сравнительной оценки эффективности исследуемого и образцового алгоритмов. Используется информация о длительности и правильности принятия решения на данном этапе тестирования, а также информация об соответствующих значениях критериев на предыдущих циклах.

Анализ длительности – для сравнения времени, необходимого на принятие решения образцовой и исследуемой системами.

Анализ правильности – для сравнения правильности и степени уверенности в принятых решениях образцовой и исследуемой системами.

Основные критерии сравнения выбираются пользователем в зависимости от метода принятия решений и от конкретных задач моделирования.

Кроме этого, на схеме для наглядности выделены следующие блоки.

Образцовая система – это математическая модель, которая, на основании выбранного алгоритма принятия решения и соответствующих

значений параметров и коэффициентов их значимости, формирует решение, которое считается правильным.

Исследуемая система – это математическая модель, которая, на основании выбранного алгоритма принятия решения и соответствующих значений параметров и коэффициентов их значимости, формирует решение, правильность которого, а так же сам процесс поиска которого подлежат изучению.

База алгоритмов принятия решений – комплекс подпрограмм, реализующих различные алгоритмы и методы принятия решений, а также связанные с каждым методом набор процедур определения характеристик их эффективности. Соответственно с каждым методом принятия решений связана своя база алгоритмов адаптации или обучения (подбора весовых коэффициентов).

Память о предыдущих циклах необходима для реализации многих алгоритмов адаптации.

Выбранный и образцовый алгоритмы – это алгоритмы принятия решений, выбранные из базы всех определённых алгоритмов. Выбор производится индивидуально для образцовой и исследуемой системы в зависимости от задач анализа и тестирования.

Коэффициенты – весовые коэффициенты, характеризующие относительную значимость критериев или другие подбираемые переменные для выбранного алгоритма принятия решения образцовой или исследуемой системы.

Вывод. Предложенная система позволяет производить выбор алгоритма для решения задачи многокритериальной оптимизации при поддержке принятия управленческих решений на всех этапах жизненного цикла комплекса лесотехнических машин. Введение описанного модуля позволяет выбрать наиболее адекватный алгоритм исходя из специфики

задачи и предпочтений пользователя, что позволит значительно повысить качество принимаемых решений и эффективность управления.

Список литературы

1. Ларичев О.И., Петровский А.Б. Системы поддержки принятия решений: современное состояние и перспективы развития. Итоги науки и техники. Техн. кибернетика. –1987. – Т. 21.– С. 131-165
2. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос 2000. – 296 с.
3. Ногин В.Д. Использование количественной информации об относительной важности критериев в принятии решений // «Научно-технические ведомости СПбГТУ», 2000, № 2, С. 89-93.
4. Синюк В.Г., Котельников А.П. Системы поддержки принятия решений: основные понятия и вопросы применения. Белград: Изд-во БелГТАСМ, 1998, – 78 с.