

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ СВЯЗЯМИ ЛЕСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

¹Сушков С.И., ²Пильник Ю.Н., ²Арутюнян А.Ю.

¹ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия» (394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 8) *s.i.sushkov@mail.ru*;

²ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет» (169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, 13) *ypilnik@mail.ru*

В данной работе описываются основные задачи многокритериальной оптимизации при эксплуатации комплекса машин, а также предлагается вариант реализации схемы СППР, обеспечивающий решение многокритериальных задач управления. В качестве обобщенных величин используются параметры и характеристики, описывающие конструкцию машины и ее эксплуатационные свойства. Блок формирования обстановки служит для формирования типа, размерности и диапазона значений параметров, характеризующих текущее состояние парка лесотехнических машин. В статье рассматривается система выбора алгоритма для решения задачи многокритериальной оптимизации при поддержании принятия управленческих решений. Введение описанного модуля позволяет выбрать наиболее адекватный алгоритм исходя из специфики задачи, что позволяет значительно повысить качество принимаемых решений и эффективность управления на предприятиях лесопромышленного комплекса.

Ключевые слова: методы, оптимизация, машины, подвижной состав, эксплуатация, экономика, управление

METHODS FORMATION AND MANAGEMENT OF TRANSPORT LINKS FOREST ENTERPRISES

¹Sushkov S.I., ²Pilnik Y.N., ²Arutyunyan A.Y.

¹FGBOU VPO «Voronezh State Forestry Academy» (394087, Voronezh, Timiryazev str., D. 8) *sisushkov@mail.ru*;

²FGBOU VPO «Ukhta State Technical University» (169300, Republic of Komi, Ukhta, Pervomayskaya Str., 13) *ypilnik@mail.ru*

This paper describes the main tasks in the operation of multi-criteria optimization of complex machines, as well as the variant of implementation of the scheme of DSS, which provides the solution of the multicriteria-management tasks. The values are used as generalized parameters and characteristics describing the machine and its performance characteristics. Block forming the situation is for the formation of the type, the dimensions and the range of values of the parameters that characterize the current state of the park forestry machines. The article discusses the system selection algorithm for solving multi-criteria optimization while maintaining decision-making. Introduction described module allows you to choose the most appropriate algorithm, based on the specific tasks that can significantly improve the quality of the solution and the effectiveness of management at the enterprises of timber industry complex.

Keywords: methods of optimization, machinery, 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 этим 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. 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 также экономические, технологические и потребительские свойства машин.

Для выделенных задач, возникающих в ходе эксплуатации комплекса лесотехнических машин, существует множество различных алгоритмов принятия

многокритериальных решений и соответственно различных способов адаптации этих алгоритмов.

При реализации многокритериального выбора даже в условиях значительной неопределенности (к таким задачам относится, в частности, оценка подвижности и конкурентоспособности лесотехнических средств), лицо, принимающее решение (ЛПР), обязано осуществить выбор из конечного числа альтернатив $A = \{a_i\}$, $i = \overline{1, m}$. Последствия каждого выбора в силу неопределенности неочевидны, поскольку зависят от 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 неопределенностей 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 должно 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 приходится учитывать не только противоречивые требования по обеспечению быстродействия и точности выбора, но и характер самих задач (количество влияющих критериев, их взаимосвязь и т.д.). Это значит, что даже для однотипных задач при разных исходных данных эффективность различных методов неодинакова.

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_i , 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 .

$$T = t, \text{ при } \max_{t,k} (S_{v_k}), \quad (1)$$

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 .

$$A = F_t(S, C). \quad (2)$$

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.

При анализе задач управления парком лесотехнических машин и использования для этого СППР возникает 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 определенным характеристикам отличную от данной. Во всех существующих СППР именно ЛПР на основании анализа проблемы уточняет свои предпочтения и вырабатывает наилучший вариант ее 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.

После предварительной работы СППР и ЛПР традиционными методами распознается текущая ситуация и выбираются группы методов, наиболее подходящих для решения текущей проблемы. После уточнения своих предпочтений ЛПР выбирает критерии эффективности методов. Далее предлагаемая СППР может дополнительно решать следующие задачи: моделирование обстановки, решение задачи принятия решения для всех смоделированных ситуаций, выбор наиболее оптимального метода, тестирование для выбранного метода всех алгоритмов адаптации и 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 рисунке 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 определенному 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.

Работу блока кратко можно описать следующим алгоритмом:

- 1) составления перечня всех параметров, используемых в выбранной модели;
- 2) вывод пользователю тех параметров списка, значение которых известно, а также величины этих параметров, источник информации и степень достоверности;
- 3) выбор пользователем параметров, которые в дальнейшем будут считаться достоверно известными;
- 4) выбор пользователем диапазона и закона изменения оставшихся параметров;
- 5) прогнозирование времени, необходимого на моделирование всех вариантов;
- 6) анализ пользователем целесообразности данного диапазона варьирования значениями при полученных затратах времени для конкретной задачи тестирования;
- 7) в случае необходимости возврат на корректировку исходных условий моделирования отклонений.

Блок автоматизированного анализа эффективности требуется для сравнительной оценки эффективности исследуемого и образцового алгоритмов.

Анализ длительности необходим для сравнения времени, требуемого на принятие решения образцовой и исследуемой системами.



Рис. 2. Функциональная схема предлагаемой системы

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.

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 также сам процесс поиска которого подлежат изучению.

База алгоритмов принятия решений – комплекс подпрограмм, реализующих различные алгоритмы и методы принятия решений, а также связанный с каждым методом набор процедур определения характеристик их эффективности.

Память о предыдущих циклах необходима для реализации многих алгоритмов адаптации.

Выбранный и образцовый алгоритмы – это алгоритмы принятия решений, выбранные из базы всех определенных алгоритмов. Выбор производится индивидуально.

Коэффициенты – весовые коэффициенты, характеризующие относительную значимость критериев или другие подбираемые переменные для выбранного алгоритма.

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. Пильник Ю.Н. Разработка теоретических основ планирования и управления транспортными потоками в лесном комплексе [Текст] / С.И. Сушков, О.Н. Бурмистрова, Ю.Н. Пильник // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 8 (6). – С. 1331–1335.
2. Пильник Ю.Н. Моделирование процессов формирования лесных транспортных потоков и размещения пунктов переработки древесины [Текст] / С.И. Сушков, О.Н. Бурмистрова, Ю.Н. Пильник // *Строительные и дорожные машины. Научно-технический и производственный журнал*. – М., 2014. – № 8. – С. 54–56.
3. Сушков С.И., Рулев В.И. Анализ транспортных связей предприятий лесного комплекса // *Вестник Московского государственного университета леса. — Лесной вестник*. — 2005, №021, 12.05.05.
4. Сушков С.И. Совершенствование параметров распределения и транспортировки лесопродукции с учетом их влияния на размещение производства [Текст] / С.И. Сушков// *Вестник Московского государственного университета леса. — Лесной вестник*. — 2013. — № 1 (93). — С. 167–170.
5. Сушков С.И. Разработка оптимизационных методов принятия решений на предприятиях лесного комплекса [Текст] / С.И. Сушков, О.Н. Бурмистрова // *Лесотехнический журнал*. — 2013. — № 1 (9). — С. 172–177.

Рецензенты:

Бурмистрова О.Н., д.т.н., зав. кафедрой технологии и машин лесозаготовок ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта;

Павлов А.И., д.т.н., профессор кафедры инжиниринга технологических машин и оборудования ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта.