

ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС В НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧАХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Яковлев К.А., Скрыпников А.В.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (394036, г. Воронеж, Проспект Революции, 19) rivelenasoul@mail.ru

В статье рассмотрен программно-методический комплекс поддержки принятия решения «Vector XP», решающий задачу в комплексе - с момента задания предметной области до выделения единственного решения. Проблема была рассмотрена в классическом разбиении на два этапа - выделения множества недоминируемых вариантов решения задачи в заданной области и принятия окончательного решения, путём привлечения человеко-машинных процедур экспертного анализа. В качестве базовых методов используются модифицированный метод перераспределения плотности вероятности и процедуры экстраполяции экспертных оценок, на основе построения функции максимального правдоподобия. Для облегчения возможности ввода данных в аналитическом виде с клавиатуры, с последующей их компиляцией, разработана специальная технология «OpenDat», позволяющая обновлять ядро программы, не выходя из комплекса. В основу её создания была положена процессорная технология. Для унификации программного комплекса выполнено разделение процесса прохождения задачи на этапы «препроцессор-процессор». На этапе поиска решения подключена система «Pareto XP», которая позволяет выделить в заданной области набор недоминируемых решений. При отборе исключается случайность и предлагается технология «FastLink». При принятии решения по завершению процесса поиска предлагается привлечь эксперта, используя специально разработанную подсистему.

Ключевые слова: численные методы, математическое моделирование, имитационное моделирование, транспортный поток, программа.

PROGRAM AND METHODOLOGICAL COMPLEX IN NONLINEAR PROBLEMS OF MULTICRITERIA OPTIMIZATION

Yakovlev K.A., Skrypnikov A.V.

Voronezh State University of Engineering Technology (394036, Voronezh, Prospect Revolution, 8) rivelenasoul@mail.ru

In article the program and methodical complex of support of decision-making "Vector HR" solving a problem in a complex is considered, from the moment of a task of subject domain, before allocation of the only decision. The problem was considered in classical splitting into two stages - allocations of a set of not dominated versions of the solution of a task in the set area and acceptances of a final decision, by attraction of human-machine procedures of the expert analysis. As basic methods the modified method of redistribution of density of probability and procedure of extrapolation of expert estimates, on the basis of creation of function of maximum likelihood are used. For simplification of possibility of data input in an analytical view from the keyboard, with the subsequent their compilation, the special OpenDat technology, allowing to update a program kernel is developed, without leaving a complex. The processor technology was the basis for its creation. For unification of a program complex division of process of passing of a task into the stages "preprocessor processor" is executed. At a stage of search of the decision the Pareto XP system which allows to allocate a set of not dominated decisions in the set area is connected. At selection accident is excluded and the FastLink technology is offered. At decision-making on completion of process of search it is offered to involve the expert, using specially developed subsystem.

Keywords: numerical methods, mathematical modeling, imitating modeling, transport stream, program.

Введение. Программно-методический комплекс поддержки принятия решения «Vector XP» решает задачу в комплексе – с момента задания предметной области до выделения единственного решения.

Методика. Проблема была рассмотрена в классическом разбиении на два этапа – выделения множества недоминируемых вариантов решения задачи в заданной области и принятия окончательного решения путём привлечения человеко-машинных процедур экспертного

анализа. В качестве базовых методов используются модифицированный метод перераспределения плотности вероятности и процедуры экстраполяции экспертных оценок, на основе построения функции максимального правдоподобия [1-3].

ЭТАП ЗАДАНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ (ИТ «НАСТРОЙКА»). Для начала работы с системой необходимо ввести исходные данные для оптимизации, то есть формализовать предметную область (рис. 1).

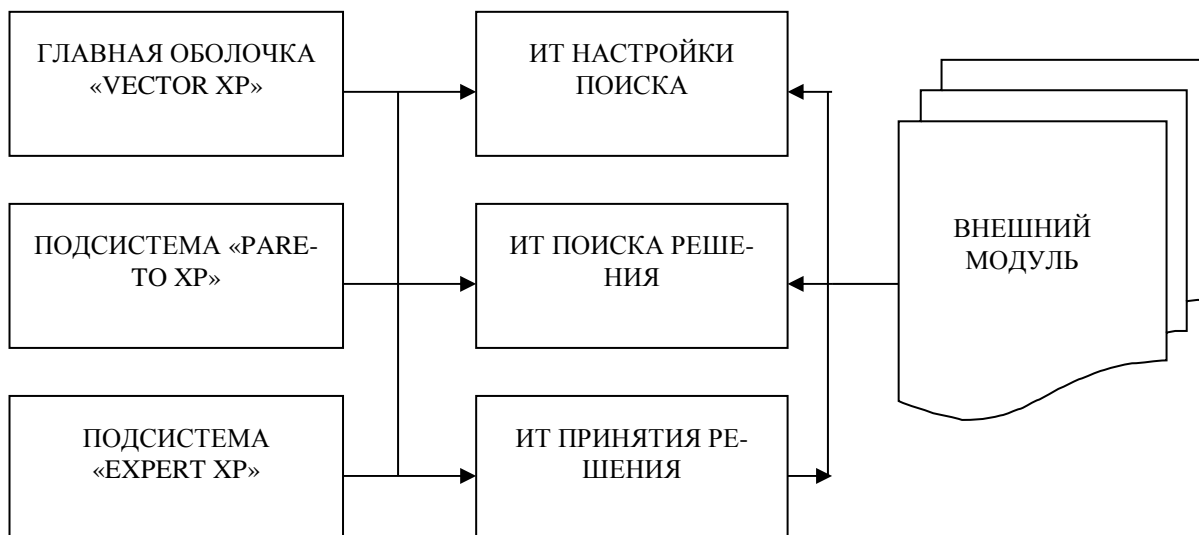


Рис. 1. Блок-схема ПМК «Vector XP»

Первый этап процесса формализации предметной области предполагает ввод данных в ЭВМ.

Универсальным средством ввода стал специально разработанный математический редактор, позволяющий вводить данные непосредственно в аналитической форме, как, например, в известных прикладных пакетах, таких как MathLab, MathType, WinTex и др.

С другой стороны, любая вычислительная среда, как и Borland Pascal, на котором реализован ПМК «Vector XP», имеет компилятор, который переводит язык символов программы в программный код, исполняемый компьютером [4].

Для облегчения возможности ввода данных в аналитическом виде с клавиатуры с последующей их компиляцией была разработана специальная технология, позволяющая обновлять ядро программы, не выходя из комплекса. Она получила название «OpenDat», а в основу её создания была положена процессорная технология.

Препроцессорная технология, используемая на втором этапе процесса формализации предметной области, является одним из путей унификации программных комплексов. Она заключается в разделении процесса прохождения задачи на этапы «препроцессор-процессор», что позволяет разрабатывать универсальные программные комплексы, состоящие из открытых модулей (рис. 3), взаимодействующих по заданному набору правил.

Суть препроцессора состоит в механизме, позволяющем неквалифицированному пользователю в полной мере использовать богатые возможности, предоставляемые современными средствами разработки программного обеспечения. Процесс формирования и обработки данных представим в виде пяти основных этапов (рис. 4). Часть из них отображается на дисплее и проходит под управлением пользователя, а часть выполняется системой автоматически.



Рис. 2. Настройка предметной области

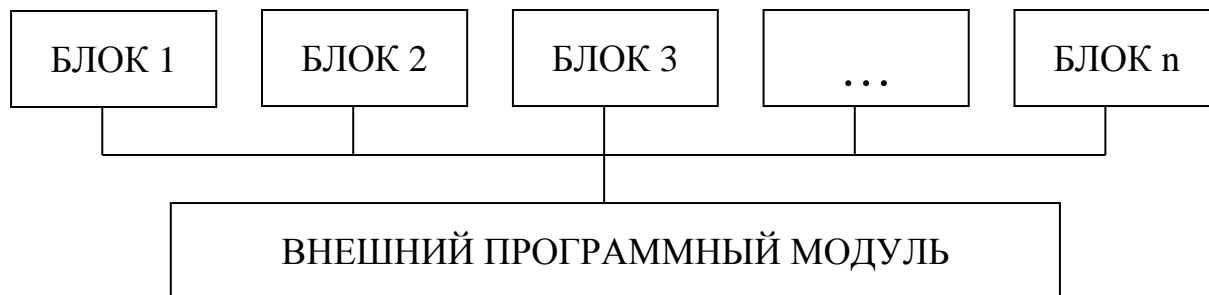


Рис. 3. Взаимодействие модулей и препроцессора

На первом этапе пользователь запускает систему и настраивает её на задачу. Здесь вводятся данные о количестве параметров модели, ограничения и др. Далее на втором этапе вводятся сами характеристики модели. Система позволяет осуществить их ввод в произвольной форме, с клавиатуры, соблюдая лишь общие правила набора текста программ. Для этой цели мы переходим к третьему этапу. Здесь используется специально разработанный математический редактор. После ввода данных наступают четвёртый и пятый этапы, которые проводит сама система в автоматическом режиме. Компиляция состоит в проверке ошибок,

допущенных при вводе данных. Если они обнаружены, система предложит их исправить, вернувшись в редактор. Затем происходит внедрение данных в главный запускаемый файл и обновление её ядра [6].



Рис. 4. Основные этапы обработки данных.

На этом этапе подключается подсистема диагностики корректности записи данных, и, если найдены ошибки, управление передаётся назад во встроенный редактор, а на экран выдётся соответствующее сообщение. Если ошибок не обнаружено, то управление передаётся командному файлу, составленному в соответствии с требованиями операционной системы Ms Dos. Командный файл, в свою очередь, передаёт управление автономному компилятору Borland Pascal и анализирует результаты его работы. На этом этапе происходит обновление ядра комплекса, то есть создаётся исполняемый код программы. Затем управление возвращается базовой системе ввода данных и новые параметры, и режимы работы выдаются пользователю [1-3].

Третий этап процесса формализации предметной области, как уже подчёркивалось, использует встроенный редактор для ввода аналитических зависимостей с клавиатуры в систему. В нём предусмотрен полный набор сервисных функций (печать, сохранение во внешний файл и т.д.), необходимых для полноценного анализа вводимых данных и возможности редактирования.

Четвёртый этап процесса формализации предметной области предполагает использование внешних данных. Принципы построения программных комплексов с открытой архитектурой предполагают возможность подключения внешних модулей. Это требует разработки соответствующего комплекса программных средств. Такая технология была создана, по-

лучила название «FastLink». Структурную схему «FastLink» представим шестью основными модулями (рис. 5).

Сначала в подсистеме настройки внешних приложений задаются основные параметры и режимы их работы. Затем идёт проверка возможных ошибок в параметрах подключения. Если они найдены, управление возвращается программе настройки. После того как необходимые настройки сделаны, управление передаётся специальной резидентной программе, которая изменяет командный файл операционной системы Ms Dos, в соответствии с принятыми в ней требованиями [4-6].

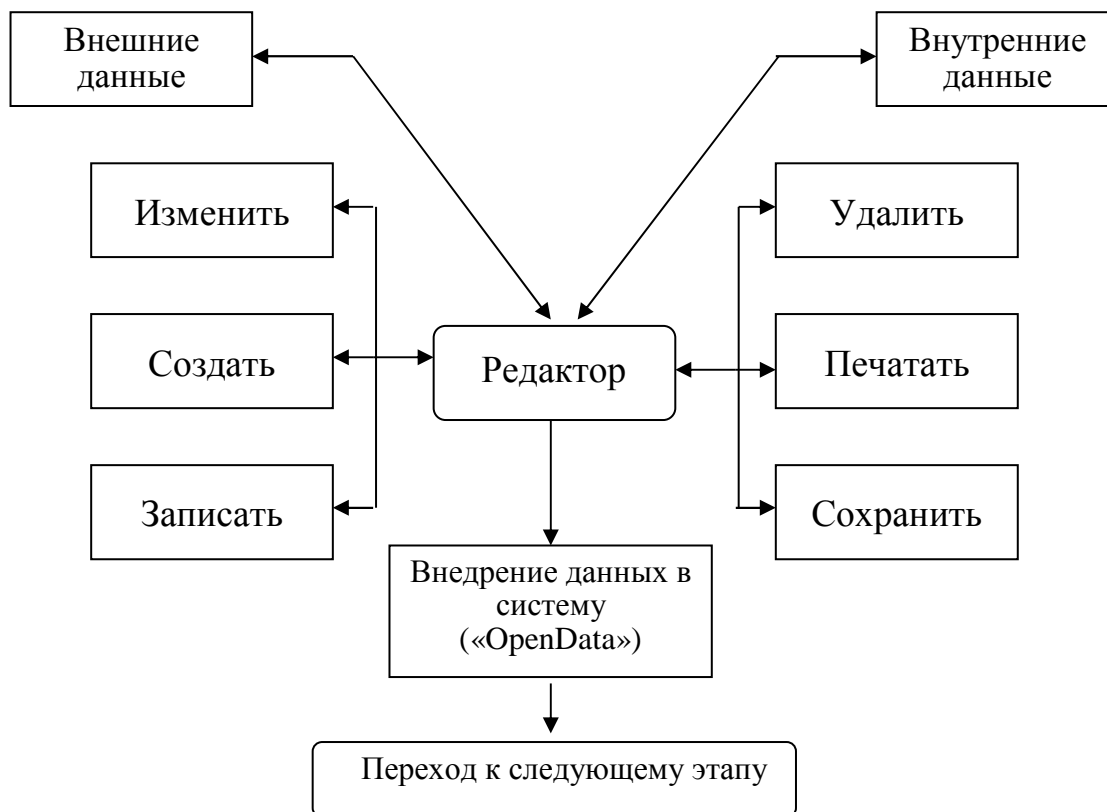


Рис. 5. Блок-схема работы редактора

После всех сделанных изменений работа ПМК «Vector XP» с внешними программными модулями происходит уже в автоматическом режиме. Использование «FastLink» позволяет быстро подключить внешнее приложение, избежав возможных ошибок, и даёт возможность свободного обмена данными.

После того как предметная область задана, возникает задача настройки программной среды на процесс поиска. Здесь необходимо выбрать одну или из типовых схем выбора, задать параметры и режимы работы.

Первый этап процесса настройки предметной области предполагает разработку подсистемы отбора типовых механизмов и схем выбора.

ПМК «Vector XP» на этом этапе предусматривает работу с 5 стандартными механиз-

мами выбора и предусматривает подключение внешних: Паретовский; лексико-графический; случайный отбор; максимально-дисперсные точки; внешний.

Второй и третий этапы процесса настройки предметной области требуют разработки специальной подсистемы контроля процесса поиска, так как изменения параметров и режимов поиска на произвольном шаге требует глубокого анализа текущего состояния базы данных, учёта всех заданных параметров и настроек [8].

Четвёртый этап процесса настройки предметной области использует технологию «FastLink».

ЭТАП ПОИСКА РЕШЕНИЯ (ИТ «ПОИСК»). Подключается подсистема МКО «Pareto XP», которая позволяет выделить в заданной области набор недоминируемых решений.

На первом этапе, путём применения критерия БКП, из всей совокупности решений отбрасываются заведомо худшие с точки зрения поставленной задачи. Остаётся множество Парето. Затем возникает задача ограничения мощности построенного множества.

В рассматриваемом методе перераспределения плотности вероятности внимание методу усечения практически не уделялось. Как правило, это был просто случайный отбор, который часто уводил процесс поиска в сторону от «истинной» области решений. В данной работе предлагаются другие способы: отбор; контрастные точки; случайный отбор; внешний, а также, благодаря использованию технологии «FastLink», обращаться к любым внешним способам отсева [9-10].

После того, как произведена проверка мощности текущего множества Парето, согласно методу перераспределения плотности вероятности, возникает задача выбора направления поиска. На любой итерации пользователь имеет в своём распоряжении выбор из 4 вариантов решения этой задачи: отбор; контрастные точки; случайный отбор; внешний.

Наконец, необходимо принять решение по завершению процесса поиска. Возникает вопрос – что считать объективным критерием окончания поиска. В существующем методе считается, что поиск завершен, если достигнуто заданное количество неизменений множества недоминируемых вариантов решений. В данной работе, предлагается привлекать эксперта, используя специально разработанную подсистему.

ЭТАП ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ (ИТ «ЭКСПЕРТ»). Для решения этой задачи разработан блок экстраполяции экспертных оценок, реализованный в программной оболочке «Expert XP».

Подсистема «Expert XP» на первом этапе принимает и анализирует файлы данных из системы «Pareto XP», содержащие найденное множество решений. Затем обработанное множество Парето подаётся в описанную выше подсистему.

После анализа и возможной корректировки существующей базы данных на втором

этапе, согласно описанному методу экстраполяция экспертных оценок, на основе принципа функции максимального правдоподобия должна быть сформирована ограниченная выборка для ранжирования экспертами. С этой целью разработана подсистема работы менеджера (рис. 6).

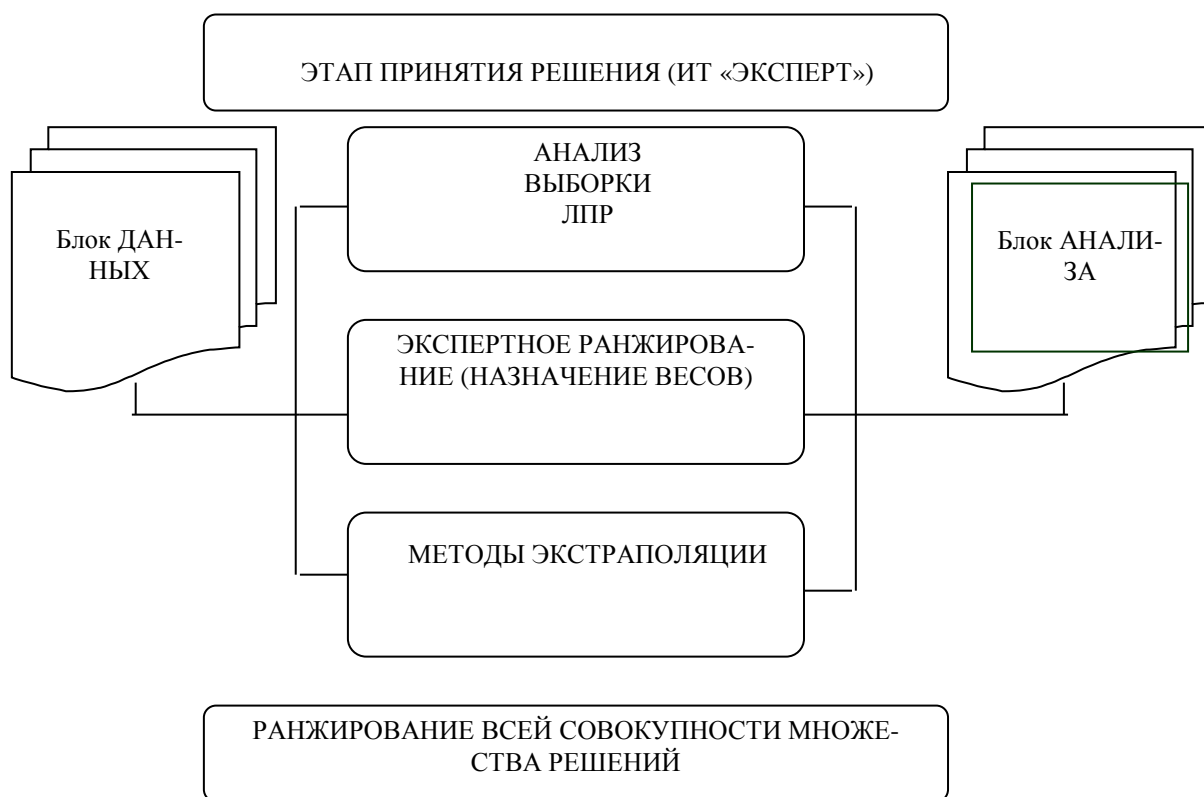


Рис. 6. Блок-схема этапа принятия решения

Подсистема работы менеджера работает с динамическими структурами данных, то есть непосредственно с оперативной памятью, что даёт максимальную скорость при обработке больших объёмов информации. Для обработки внешних данных используется технология «FastLink». Результатом этого этапа является ограниченное множество вариантов (обычно 5-7), передаваемое экспертам для дальнейшего анализа [5].

На третьем этапе происходит обработка экспертами выбранного множества вариантов. Указывается количество экспертов, и каждый производит независимую экспертизу исходного множества альтернатив. Система запоминает веса, назначенные экспертами и подает данные о своих предпочтениях критериев в блок оптимизации.

На четвёртом этапе на основании данных об экспертных предпочтениях вычисляются веса всей совокупности вариантов решения, для чего привлекаются описанные процедуры экстраполяции экспертных оценок.

На пятом этапе по найденным весам производится ранжирование всей совокупности решений в порядке убывания их значимости и подаётся пользователю во встроенный редак-

тор для дальнейшего анализа и обработки.

Список литературы

1. Курьянов, В.К. Пропускная способность регулируемого перекрёстка [Текст] / В.К. Курьянов, А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвуз. сборник науч.тр. Вып.2. – Воронеж, 2007. – С. 201-204.
2. Курьянов, В.К. Управление, основанное на средних характеристиках транспортного потока [Текст] / В.К. Курьянов, А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвуз. сборник науч.тр. Вып.2. – Воронеж, 2007. – С. 204-209.
3. Методы, модели и алгоритмы повышения транспортно-эксплуатационных качеств лесных автомобильных дорог в процессе проектирования, строительства и эксплуатации [Текст] : монография / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова, А.И. Вакулин, В.Н. Логачев. – М.: Издательство ФЛИНТА: Наука, 2012. – 310 с.
4. Скворцова, Т.В. Критерии качества управления светофорной сигнализацией [Текст] / Т.В. Скворцова, А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова // Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем управления: межвуз. сб. научн. тр./ под ред. В.С. Петровского. – Воронеж, 2007. – С. 179-181.
5. Скрыпников, А.В. Построение процедур выбора управленческих решений на основе оптимизационных моделей [Текст] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – Тамбов. – 2009. - № 10(24)/2009. – С. 217-221.
6. Скрыпников, А.В. Разработка теоретических основ и методов управления лесовозным автотранспортом [Текст] / А.В. Скрыпников // Бюллетень транспортной информации. - № 9 (171) сентябрь, 2009 г. – С. 25-27.
7. Скрыпников, А.В. Теоретические основы и методы организации и управления дорожным движением [Текст] // Бюллетень транспортной информации. – М. – 2010. - № 1 (175). – С.10-15 с.
8. Трофимов Ю.И. Макроскопические модели управления светофорной сигнализацией [Текст] / Ю.И. Трофимов, Е.В. Кондрашова, Ю.В. Лобанов, Д.Ю. Сухов // Деп. в ВИНТИ, №30-В2007, 11.01.07 г. – 42 с.
9. Трофимов Ю.И. Микроскопические модели движения [Текст] / Ю.И. Трофимов, Е.В. Кондрашова // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвузовский сборник научных трудов. –

Вып.1. – Воронеж, 2006. – С.177-182.

10. Трофимов, Ю.И. Макроскопические модели движения [Текст] / Ю.И. Трофимов, Е.В. Кондрашова // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвузовский сборник научных трудов. – Вып.1. – Воронеж, 2006. – С.167-177.

Рецензенты:

Кондрашова Е.В., д.т.н., профессор кафедры технического сервиса и технологии машиностроения ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», г. Воронеж.

Зольников В.К., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой информатики и вычислительной техники ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж.