

УДК 681.3+51.330.115

СИСТЕМА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПЕРСПЕКТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

С.М.Анциз, В.Ф.Фефелов

В настоящей работе описывается система математического обеспечения (СМО) подсистемы "Перспективное планирование" отраслевой автоматизированной системы "АСУ-Прибор-П", принятой в 1975 году в промышленную эксплуатацию Государственной комиссией ГКНТ при Совете Министров СССР. Подсистема "Перспективное планирование" предназначена для расчета пятилетних планов приборостроительной отрасли. Она базируется на математическом обеспечении ДОС/ЕС и может функционировать в автономном режиме независимо от работы других подсистем "АСУ-Прибор/П". Государственная комиссия рекомендовала подсистему "Перспективное планирование" для распространения на другие отрасли машиностроения.

В настоящее время накоплен определенный практический опыт эксплуатации подсистемы по расчету планов Минприбора на IX и X пятилетки.

Содержательное описание подсистемы, экономические постановки и состав решаемых задач приведены в [1 - 4]. Поэтому здесь ограничиваемся кратким изложением экономико-математического аспекта проблемы, уделяя основное внимание вопросам структуры и эксплуатации математического обеспечения.

1. Цели системы "Перспективное планирование" и состав решаемых ею задач

Описываемая СМО перспективного планирования развития машиностроительной отрасли предназначена для автоматизации плановых расчетов на перспективу в разрезе отрасли в целом, всесоюзных производственных объединений (подотраслей), входящих в состав отрасли, и промышленных предприятий отрасли. Кроме того, рассчитываются сводные документы по территориально-экономическим комплексам, характеризующие суммарное производство предприятий отрасли, отнесенных к данному району.

Центральной задачей системы является построение равноэффективных планов подотраслей, которые получаются в результате решения последовательности оптимизационных задач. Информационная база для этих задач подготавливается системой в автоматизированном режиме. Она представляет собой набор вариантов развития предприятий, генерируемых на основе комплекса имитационных моделей, разработанных в Гипроприборе, г. Ленинград. Предполагается, что каждый из вариантов развития может быть осуществлен на практике. Однако при составлении отраслевого плана на базе этих вариантов необходимо учесть ряд ограничений общего характера, в частности: а) объемы капитальных вложений различного вида, которые задаются для отрасли в целом, б) объемы капитальных вложений в заплановом периоде, в) объемы незавершенного строительства в последнем году планового периода, г) задания на выпуск особо важных групп продукции, д) ограничения на загрузку существующих производственных мощностей.

Модель построения перспективного плана отрасли состоит из совокупности различного рода оптимизационных задач. При этом в зависимости от требований пользователя и других условий формируется та или иная конкретная последовательность решения задач.

Перечислим основные задачи, составляющие эти последовательности.

А. Задача нахождения максимально возможного уровня удовлетворения подотраслью народнохозяйственных потребностей с

учетом только ограничений д).

Б. Задача определения минимального объема необходимых подотрасли капиталовложений с учетом всех ограничений, кроме а)

Задачи А и Б формируются для каждой подотрасли.

В. Задача нахождения максимально возможного уровня удовлетворения отрасли народнохозяйственных потребностей; при этом учитываются требования равноэффективности перспективных планов подотраслей и все вышеперечисленные ограничения.

Г. Задача определения минимального объема капиталовложений, необходимых отрасли в целом, при заданном для каждой подотрасли уровне удовлетворения народнохозяйственных потребностей с учетом всех ограничений, кроме а).

Д. Задача нахождения максимально возможного уровня удовлетворения подотрасли народнохозяйственных потребностей при ограничениях а), б), в), г; при этом необходимо использовать в перспективном плане для каждого предприятия только один из его вариантов развития.

Е. Задача определения минимального объема необходимых подотрасли капиталовложений при ограничениях б), в), г и заданном уровне удовлетворения подотрасли народнохозяйственных потребностей; при этом в перспективном плане для каждого предприятия используется только один из его вариантов развития.

В1, Г1, Д1, Е1. Задачи, получающиеся из задач В - Е соответственно, введением дополнительных ограничений на процент снижения текущих затрат.

В2, Г2, Д2, Е2. Задачи, получающиеся из задач В - Е введением дополнительных ограничений на выпуск товарной продукции.

В результате решения задач А и Б определяется, существует ли построенный на заданном множестве вариантов план, удовлетворяющий всем ограничениям. В случае его отсутствия система полагает народнохозяйственные потребности равными объему выпуска продукции, определившемуся решением задач А, а лимиты капиталовложений - сумме объемов капиталовложений из решений задач Б; тем самым задание на расчет приводится в соответствие с производственными возможностями.

Задачи А и Б - задачи линейного программирования, а задачи Д и Е (Д1 и Е1, Д2 и Е2) - задачи дискретного программирования с линейными ограничениями. Для решения задач В и Г

(В1 и Г1, В2 и Г2) в системе используется алгоритм перераспределения ресурсов, изложенный в I, на каждой итерации которого решается совокупность задач линейного программирования.

Для того чтобы система могла приступить к решению сформулированных выше задач, необходимо осуществить:

I.1) ввод информации о составе отрасли и номенклатуре групп продукции; базовой информации о состоянии предприятий и объединений отрасли; информации об утвержденных проектах развития предприятий в планируемом периоде; нормативно-справочной информации; контроль всей информации на полноту и достоверность; преобразование информации в вид, удобный для расчетов; организацию компактного хранения данных и эффективного их поиска;

I.2) расчет на основе базовой информации совокупностей вариантов развития предприятий в плановом периоде, организацию их хранения и поиска.

I.3) расчет матриц коэффициентов оптимизационных задач на основе вариантов развития предприятий.

Затем следует

I.4) расчет равноэффективных перспективных планов по объединениям с выдачей руководству отрасли основных показателей плана.

Далее возможно, что руководство отрасли не принимает полученный план и решает изменить управляющие параметры. Это влечет проведение расчетов нового плана. Такой диалог руководства и системы продолжается до получения удовлетворительно, по мнению руководства отрасли, плана. После чего следует

I.5) прямые плановые расчеты показателей, образующих выходные документы системы, на основе полученных планов и выдача документов на печать.

2. Структура СМО

Структура СМО соответствует описанному процессу. В системе выделены пять относительно самостоятельных комплексов программ (ИНФОРМ, ВАРИАНТ, МАТРИЦА, ОПТИМУМ, ДОКУМЕНТ), обеспечивающих осуществление этапов I.1 - I.5. Комплексы программ связаны в единую программу (систему) головным диспетчером. Работа комплексов организуется их диспетчерами. Каждый комплекс вводит с УВЗК информацию о параметрах, управляющих расчетом и

учитываемых в этом комплексе. Это придает комплексу автономность при функционировании и дает дополнительные возможности при проведении расчетов.

Вся информация системы организована в файлы, которые хранятся во внешней памяти. При этом в качестве единицы хранения в обмене выступает запись - массив, в который объединяются показатели, однородные относительно алгоритмов, их использующих. В соответствии с этим принципом один и тот же показатель может содержаться в различных записях. Запись хранится в компактном виде. Для ускорения поиска записи объединяются в более крупные агрегаты - формы, совокупность которых образует файл. Формируются каталоги форм и записей. Совокупность таким образом организованных файлов образует банк данных системы, обслуживаемый специальной группой модулей. Создание банка данных системы с изложенными принципами организации разработчики считают необходимым и в том случае, когда система функционирует в качестве подсистемы ОАСУ с общесистемным банком данных, содержащим всю базовую информацию, поступающую в систему.

Банк данных описываемой системы состоит из четырех файлов. Комплекс ИНФОРМ готовит используемые в комплексах ВАРИАНТ, ОПТИМУМ, ДОКУМЕНТ:

- 2.1) словари наименований предприятий, объединений, территориально-экономических комплексов, групп продукции и
- 2.2) нормативно-справочную информацию, а также
- 2.3) базовую информацию по предприятиям, используемую комплексом ВАРИАНТ.

Все подготовленные комплексом ИНФОРМ записи хранятся в файле ИНФОРМАЦИЯ.

Комплекс ВАРИАНТ рассчитывает варианты развития предприятия, обрабатываемые в комплексах МАТРИЦА, ДОКУМЕНТ. Они хранятся в файле ИНФОРМАЦИЯ. Комплекс МАТРИЦА генерирует матрицы оптимизационных задач, оформляемые в файл ОПТИМУМ, который используется в комплексе ОПТИМУМ.

Комплекс ОПТИМУМ определяет различные варианты перспективного плана отрасли. Эти планы заносятся в файл ПЛАНТАБЛИЦЫ и используются в комплексе ДОКУМЕНТ. В системе для хранения различных промежуточных данных имеется РАБОЧИЙ файл, который используется всеми комплексами программ и не имеет постоянного

структуры и постоянного содержания.

Структура и содержание каждого файла (исключая РАБОЧИЙ), его каждой формы и каждой записи известны заранее. Это обстоятельство положено в основу организации контроля заполнения файлов. Оно же позволяет следить за функционированием модулей проверки совпадения структуры, созданной в процессе счета, с описанной структурой. Кроме того известны соотношения между отдельными показателями или совокупностями показателей, содержащимися в одной или различных записях. Это дает средства для контроля достоверности информации.

Учитывая, что система обрабатывает информацию экономического содержания и эксплуатируется в промышленном режиме на ГВЦ отрасли, разработчики остановились на варианте закрытой системы, т.е. такой, в которой пользователь не имеет возможности по своему усмотрению применять средства, предоставляемые операционной системой. Они отобраны заранее, способы и порядок их использования организованы программным путем. Система содержит средства, специально предназначенные для организации общения с пользователями (экономистами, занимающимися оборотом и анализом данных; руководителями отрасли, отвечающими за разработку плана; операторами, организующими функционирование СМО и проводящими конкретные расчеты) на принятом в их практике языке.

Способ управления функционированием СМО рассчитан на пакетный режим, однако допускается оперативное вмешательство в работу комплексов. Пользователь организует выполнение нужных ему действий через формирование пакета перфокарт. Схематично пакет выглядит следующим образом: фиксированные управляющие карты ДОС/ЕС, заголовок расчета (набор карт с текстом, содержащим основные параметры расчета; этот текст с добавлением имен файлов используется в качестве их меток), последовательность заданий комплексам, которая содержит задание одному или нескольким комплексам. Задание комплексу состоит из последовательности подзаданий, где каждое подзадание либо включает в себя набор управляющих карт комплекса и набор информационных карт, т.е. карт с исходной информацией, либо состоит только из управляющих карт комплекса. Множества управляющих карт комплексов не пересекаются. Каждому набору управляющих карт соответствует строго определенный набор действий системы. Наборы уп-

равляющих и информационных карт не являются произвольными, а диктуются технологией процесса обработки данных в системе.

В заключение отметим, что СМО подсистемы "Перспективное планирование", реализованное на основе изложенных принципов, включает в себя 12 модулей ДОС/ЕС (около 15 килобайт) и свыше 100 оригинальных модулей, из которых 6, обеспечивающих операции обмена с некоторыми устройствами, написаны на АССЕМБЛЕРЕ, а остальные на ФОРТРАНе IV. Общий объем СМО в библиотеке абсолютных модулей около 400 килобайт.

3. Описание комплексов программ

Комплекс ИНФОРМ

Комплекс программ ИНФОРМ осуществляет действия, описанные в п.1.1. В его функционировании различаются два этапа: настройка системы и ввод базы расчета. На этапе настройки в файле ИНФОРМАЦИЯ создаются записи, содержащие информацию п.2.1 и час - точно 2.2. На этапе ввода базы заканчивается создание записей, описанных в пп. 2.2 и 2.3. Файл ввода может размещаться на перфокартах либо на магнитной ленте, подготовленной на СПД-9000. На одной перфокарте пробивается одна строка исходного документа. Перфокарта поступает в систему в символьном виде. Сканер анализирует перфокарту слева направо. При обнаружении лексических ошибок он выдает информацию о них, и перфокарта игнорируется. Такую обработку проходит каждая информационная перфокарта. Далее, каждому показателю ставится в соответствие совокупность троек: указатель записи в файле ИНФОРМАЦИЯ, в которую помещается данный показатель, указатель места показателя в записи, сам показатель. Способ формирования указателей зависит от типа перфокарты. Эти тройки помещаются в массив, который по заполнении сортируется. В результате сортировки информация, попадающая в одну запись, группируется, тройки с одинаковым указателем записи объединяются под общим указателем записи. После чего массив сливается с файлом ИНФОРМАЦИЯ.

Кроме лексического контроля каждой перфокарты организуется контроль файла ИНФОРМАЦИЯ. Каждая запись проверяется на полноту ввода, полная запись контролируется на достоверность информации. Состояние записи отмечается в ее признаке состоя-

ния. Различаются следующие состояния: запись не контролировалась, запись содержит ошибки, запись без ошибок, но не полная, запись полная и без ошибок. Контроль файла ИНФОРМАЦИЯ происходит в несколько стадий, причем информация, полученная на предыдущих стадиях, используется на последующих. Сначала проверяются словари. После устранения выявленных ошибок контролируется остальная информация, введенная на этапе настройки. Если эта информация выверена, разрешается осуществление второго этапа, на котором также организуется контроль на полноту и достоверность. Система выдает документы, характеризующие состояние информации.

Опишем теперь управление работой комплекса ИНФОРМ, которое осуществляется, как уже упоминалось, пакетом управляющих карт. Такой пакет для комплекса ИНФОРМ начинается картой МИНФОРМ и заканчивается картой ЖОНИНФ. Остальные карты идут в произвольном порядке: МИННАЧАЛО – по этой карте оформляются все файлы системы, т.е. заносятся метки файлов, все каталоги расписываются специальными числами; МИНЕЗВВОДА – ее присутствие в пакете означает, что не будут поступать карты с базовой информацией, а отсутствие – ввод базовой информации с карт; МИНСПД9000 означает, что файл ввода помещается на магнитной ленте, подготовленной на устройствах СПД9000; МИНКОНТРОЛЬ задает контроль файла ИНФОРМАЦИЯ на полноту и достоверность; МИНГОТОВ сообщает системе, что пользователь считает этап настройки системы законченным; МИНЗАПИСЬ означает, что файл ИНФОРМАЦИЯ должен быть записан на магнитную ленту в целях сохранения; МИНЛЕНТА означает, что с магнитной ленты должен быть считан файл ИНФОРМАЦИЯ и занесен в диск.

Из описанных действий, вызываемых управляющими картами, ясны некоторые возможности, представляемые системой. Отметим, что в системе используется метод накопления базовых данных в файле ИНФОРМАЦИЯ. Поэтому пользователь может осуществлять ввод данных в любой удобной ему последовательности, с учетом, естественно, описанных ограничений.

Комплекс ВАРИАНТ

Программное обеспечение данного комплекса является специфическим для отрасли и при переходе к планированию развития других отраслей должно изменяться.

Комплекс ВАРИАНТ предназначен для расчета технико-экономических показателей (ТЭП) развития предприятий по годам планируемого периода. Программы, входящие в него, осуществляют расчеты ТЭП, описывающие в варианте различные стратегии производственной деятельности предприятия (осуществление оргтехмероприятий, строительство нового корпуса, комплексной реконструкции производства и т.д.), а также служебные функции (формирование записей в файле ИНФОРМАЦИЯ, распечатку промежуточных результатов).

Стандартный режим функционирования комплекса ВАРИАНТ - расчет вариантов развития тех предприятий, для которых в файле ИНФОРМАЦИЯ имеются полные, не содержащие ошибок исходные данные. С пишущей машинки стандартный режим может быть изменен.

Комплекс МАТРИЦА

Комплекс программ МАТРИЦА предназначен для построения матриц коэффициентов оптимизационных задач, решаемых в комплексе ОПТИМУМ. Исходной информацией этого комплекса служат варианты развития предприятий либо хранящиеся в файле ИНФОРМАЦИЯ, либо поступающие с магнитной ленты. Кроме того, с УВБК поступает информация, управляющая расчетом. Вся исходная информация контролируется, и варианты, в которых обнаружены ошибки, в дальнейшем игнорируются. На печать выдаются сообщения о таких вариантах.

Матрицы оптимизационных задач, рассчитываемые комплексом, оформляются в файл ОПТИМУМЫ. На АЦПУ выдаются сообщения о подготовленных матрицах. Управление работой комплекса МАТРИЦА организуется с помощью пакета управляющих карт.

Комплекс ОПТИМУМ

Программы комплекса ОПТИМУМ осуществляют:

- решение последовательности задач линейного и дискретного программирования, описанных ранее,
- запись результатов решения в файл ПЛАНТАБЛИЦЫ,
- расчет показателей, характеризующих полученный план, и вывод этих показателей на печать.

Для решения задач дискретного программирования были разработаны 2 алгоритма: реализующий метод ветвей и границ и специальный эвристический. Для решения задач линейного программирования используется модифицированный симплекс-метод. Исходная

информация для комплекса включает в себя матрицы ограничений и векторы потребностей, сформированные для каждой подотрасли в файле ОПТИМУМ, и информацию, управляющую очередным расче - том.

Комплекс ОПТИМУМ состоит из четырех различных по функциям групп программ, а именно: группы "Перераспределение", предназначенной для построения матриц ограничений очередной оптимизационной задачи, нахождения допустимого решения очередной задачи линейного программирования, записи сформированной информации в РАБОЧИЙ файл, а также реализации алгоритма перераспределения ресурсов; группы "Симплекс", предназначенной для решения задач линейного программирования; группы "Проект", содержащей блоки модулей, реализующих метод ветвей и границ и эвристический алгоритм; группы "Диалог", предназначенной для расчета некоторых показателей, характеризующих перспективный план, распечатки этих показателей в виде документов и записи результатов решения в файл ПЛАНТАБЛИЦЫ.

Работой каждой группы программ управляет свой диспетчер.

В комплексе ОПТИМУМ был применен ряд полезных приемов, обеспечивающих достаточную эффективность при решении оптимизационных задач. Именно, допустимое решение задач А и Б находится простыми специальными алгоритмами; допустимое решение задач В и Г (В1 и Г1, В2 и Г2) определяется путем прямых расчетов из оптимального решения задач А и Б. Алгоритм, реализующий модифицированный симплекс-метод, разбит на три части: построение начального базиса, проверка критерия оптимальности, пересчет базиса. В группе программ "Симплекс" содержится по два модуля, реализующих первую и третью части алгоритма, и три модуля, реализующие вторую часть. Модули различаются способом хранения информации. Из этих модулей собраны 6 блоков и для решения очередной задачи линейного программирования системой вызывается тот из блоков, который включает модули, соответствующие размерностям задачи: числу ограничений, числу переменных и числу ненулевых элементов матрицы ограничений. Матрицы ограничений готовятся заранее в нужной форме. Если число ограничений меньше числа переменных, то решается прямая, в противном случае двойственная к ней задача линейного программирования. Для решения очередной задачи дискретного программирования выбирается в зависимости от размерностей задачи либо эвристический

алгоритм, либо алгоритм, реализующий метод ветвей и границ. При работе последнего отведенное для счета время определяет стратегию поиска решения.

Описание основных режимов работы комплекса излагается параллельно описанию пакета управляющих карт комплекса, который начинается картой *ОПТИМУМ и оканчивается картой *ЖОНОПТ. Он может включать в себя одну из нижеперечисленных перфокарт, которые указывают, что для построения перспективного плана отрасли необходимо решить: либо последовательность задач А,Б,В,Д (этому режиму соответствует карта *ЮРЕЖМАКС), либо последовательность задач А,Б,Г,Е (режим определяется карточкой *ЮРЕЖМИН), либо последовательность задач А,Б,В1,Д1 (карта *ЮРЕЖЗАТРАТЫ), либо последовательность задач А,Б,В2,Д2 (карта *ЮРЕЖСИГМА).

Система позволяет проводить построение перспективного плана при различных предположениях относительно погодного распределения капиталовложений. Для указания конкретного распределения служат управляющие карты:

*ОРАСПОГОДАМ - означающая, что задана величина капиталовложений, выделенных отрасли в целом на каждый год планового периода;

*ЮРАСРАВНО - указывающая на то, что во всех расчетах капиталовложения по отрасли в целом должны распределяться в возрастающей пропорции с темпом не менее заданного;

*ЮРАСПОТРЕБНОСТЬ - означающая, что выбирается погодное распределение, наиболее соответствующее критерию оптимизации.

Система дает возможность учитывать уровень удовлетворения подотраслями и отраслью в целом народнохозяйственных потребностей в их продукции за период либо за последний год планового периода. Эти режимы задаются соответственно картами *ЮПОТПЕРИОД и *ЮПОТПОСЛЕДНИЙ.

В качестве стандартного принят режим, соответствующий пакету *ОПТИМУМ, *ЮРЕЖМАКС, *ЮРАСПОТРЕБНОСТЬ, *ЮПОТПОСЛЕДНИЙ, *ЮБАЛАНС (см. ниже), *ЖОНОПТ. Этот пакет может быть заменен пакетом из двух карт: *ОПТИМУМ, *ЖОНОПТ.

Расчеты по комплексу ОПТИМУМ занимают достаточно большое время и могут проводиться в несколько подходов. Естественно продолжить построение плана с той задачи из последовательности решаемых, на которой остановилась система в предыдущем подходе.

Нижеперечисленные управляющие карты указывают, что система начинает расчеты: с решения задач А (режим задается картой **ЮБАЛАНС**); с решения задач Б (режиму соответствует карта **ЮМОЩНОСТЬ**); с решения задач В или Г (карта **ЮМАКСИМУМ**); с задач Д или Е (карта **ЮПРОЕКТ**); с задач В1 или Г1 в зависимости от наличия карт **ЮРЕЖМАКС** или **ЮРЕЖМИН** (режим задается картой **ЮЗАТРАТЬ**); с задач В2 или Г2 (карта **ЮСИГМА**).

Управляющая карта **ЮВОЗОБНОВЛЕНИЕ** позволяет продолжить построение плана с решения задачи линейного программирования или задачи дискретного программирования, перед или во время решения которой закончился предыдущий подход (например, из-за сбоев ЭВМ).

Можно подсчитать, что при существующем пакете система позволяет получить 108 вариантов общепромышленного плана, построенных на фиксированной информации, управляющей расчетами, и фиксированной информации, подготовленной комплексом **МАТРИЦА**. Система сообщает основные параметры плана пользователя, который либо принимает этот план, либо, изменяя режим расчетов, получает другие варианты плана. Богатство средств для анализа производственных возможностей отрасли может быть полностью использовано при соответствующей квалификации пользователей системы (как экономистов). Разработчики полагают, что на первом этапе построения плана имеет смысл решать задачи А и Б в различных режимах. С одной стороны, решение этих задач требует незначительных затрат машинного времени, с другой — позволяет получить содержательную информацию для корректировки управляющих параметров плана.

Комплекс ДОКУМЕНТ

Комплекс **ДОКУМЕНТ** предназначен для выдачи перспективного плана отрасли в виде плановых документов по всем хозяйственным объектам, в том числе территориально-экономическим комплексам. Основными функциями комплекса **ДОКУМЕНТ** являются:

- построение записей в файле **ПЛАНТАБЛИЦЫ**, содержащих значения показателей перспективного плана предприятий, объединений, территориально-экономических комплексов и отрасли в целом;
- представление этих записей в виде документов;
- вывод документов на печать;

Эти функции осуществляются группами программ "Суммирование", "Таблицы", "Печать" соответственно.

Пакет управляющих карт комплекса ДОКУМЕНТ начинается с карты «ДОКУМЕНТ», заканчивается картой «ЖОНДОК» и включает в себя одну из 6 карт: «ПЕЧБАЛАНС», «ПЕЧМОЩНОСТЬ», «ПЕЧМАКСИМУМ», «ПЕЧПРОЕКТ», «ПЕЧЗАТРАТЫ», «ПЕЧСИГМА», определяющих какой из вариантов плана, рассчитанных соответственно в задачах А,Б,В(Г), Д(Е), Д1(Е1), Д2(Е2), необходимо выдать на печать.

В пакет могут входить также карты: «ПЕЧЗАПИСЬ», означающая, что все документы, построенные группой "Таблицы", записываются на магнитную ленту; «ПЕЧЛЕНТА», указывающая, что группа "ПЕЧАТЬ" должна использовать информацию, хранящуюся на магнитной ленте; «ПЕЧСПИСОК», позволяющая пользователю распечатывать документацию только о тех предприятиях и территориально-экономических комплексах, которые содержатся в списке, построенном по вводимым комплексом управляющим картам. Документация по объединениям и отрасли в целом выдается всегда полностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. МАРШАК В.Д. Модели процессов построения отраслевых планов.- "Оптимальное перспективное планирование в отраслях промышленного производства".4.2, Новосибирск, ИЗ и ОПП СО АН СССР, 1974.
2. АНЦЫЗ С.М., МАРШАК В.Д. Модели процессов построения перспективных планов в отраслевой автоматизированной системе управления "АСУ-ПРИБОР П". - В сб.: Оптимизация. Вып. 16(32), Новосибирск, 1975, с. 15-61.
3. МАРШАК В.Д. О подходе к построению модели формирования отраслевого плана. - "Экономика и мат. методы", 1975, т.II, № 5, с. 923-930.
4. ФЕДЕЛОВ В.Ф. Разработка программного обеспечения систем оптимального планирования на базе языковых моделей. - В кн.: Системы программного обеспечения решения задач оптимального планирования. Четвертый Всесоюзный симпозиум. Краткие тезисы докладов. М., ЦЭМИ АН СССР, 1976, с. 141-144.

Поступила в ред.-изд. отдел
21.07.1977г.