

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

Кафедра вычислительных машин, комплексов, систем и сетей

О.Г. Феоктистова, Ю.В. Белозуб

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ГА

Учебно-методическое пособие
по проведению практических занятий

*для студентов
направления 25.03.01
очной формы обучения*

Москва
ИД Академии Жуковского
2024

УДК 65.011.56:681.3
ББК 6Ф7.3
Ф42

Рецензент:

Черкасова Н.И. – канд. физ.-мат. наук

Феоктистова О.Г.

Ф42 Автоматизированные системы обработки информации в ГА [Текст] : учебно-методическое пособие по проведению практических занятий / О.Г. Феоктистова, Ю.В. Белозуб. – М.: ИД Академии Жуковского, 2024. – 40 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Автоматизированные системы обработки информации в ГА» по учебному плану для обучающихся по направлению подготовки 25.03.01, направленность (профиль) подготовки «Интеллектуальные системы сопровождения технической эксплуатации АТ».

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 28.05.2024 г. и методического совета 28.05.2024 г.

УДК 65.011.56:681.3
ББК 6Ф7.3

В авторской редакции

Подписано в печать 05.12.2024 г.
Формат 60х84/16 Печ. л. 2,5 Усл. печ. л. 2,325
Заказ № 1039/0909-УМП01 Тираж 30 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского
125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А
Тел.: (499) 755-55-43
E-mail: zakaz@itsbook.ru

© Московский государственный технический университет гражданской авиации, 2024

Практическая работа №1

АСУ различного назначения, примеры их использования

Цель работы: получить представление об автоматических и автоматизированных системах управления в технической сфере деятельности.

Теоретические сведения к практическому занятию

Автоматизированная система управления или **АСУ** – комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия. АСУ применяются в различных отраслях промышленности, энергетике, транспорте и тому подобное.

Создателем первых АСУ в СССР является доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Белоруссии, основоположник научной школы стратегического планирования Николай Иванович Ведута (1913-1998). В 1962-1967 гг. в должности директора Центрального научно-исследовательского института технического управления (ЦНИИТУ), являясь также членом коллегии Министерства приборостроения СССР, он руководил внедрением первых в стране автоматизированных систем управления производством на машиностроительных предприятиях. Активно боролся против идеологических PR-акций по внедрению дорогостоящих ЭВМ, вместо создания настоящих АСУ для повышения эффективности управления производством.

Важнейшая задача АСУ – повышение эффективности управления объектом на основе роста производительности труда и совершенствования методов планирования процесса управления.

Цели автоматизации управления

Обобщенной целью автоматизации управления является повышение эффективности использования потенциальных возможностей объекта управления. Таким образом, можно выделить ряд целей:

1. Предоставление лицу, принимающему решение (ЛПР) адекватных данных для принятия решений.
2. Ускорение выполнения отдельных операций по сбору и обработке данных.
3. Снижение количества решений, которые должно принимать ЛПР.
4. Повышение уровня контроля и исполнительской дисциплины.
5. Повышение оперативности управления.
6. Снижение затрат ЛПР на выполнение вспомогательных процессов.
7. Повышение степени обоснованности принимаемых решений.

В состав АСУ входят следующие **виды обеспечений**: информационное, программное, техническое, организационное, метрологическое, правовое, лингвистическое.

Основными классификационными признаками, определяющими вид АСУ, являются:

- сфера функционирования объекта управления (промышленность, строительство, транспорт, сельское хозяйство, непромышленная сфера и так далее);
 - вид управляемого процесса (технологический, организационный, экономический и так далее);
 - уровень в системе государственного управления, включения управление народным хозяйством в соответствии с действующими схемами управления отраслями (для промышленности: отрасль (министерство), всесоюзное объединение, всесоюзное промышленное объединение, научно-производственное объединение, предприятие (организация), производство, цех, участок, технологический агрегат).

Функции АСУ

Функции АСУ в общем случае включают в себя следующие элементы (действия): планирование и (или) прогнозирование; учет, контроль, анализ; координацию и (или) регулирование.

Виды АСУ

- **Автоматизированная система управления технологическим процессом** или АСУ ТП– решает задачи оперативного управления и контроля техническими объектами в промышленности, энергетике, на транспорте.
- **Автоматизированная система управления производством (АСУ П)**– решает задачи организации производства, включая основные производственные процессы, входящую и исходящую логистику. Осуществляет краткосрочное планирование выпуска с учётом производственных мощностей, анализ качества продукции, моделирование производственного процесса.

Примеры:

- **Автоматизированная система управления уличным освещением («АСУ УО»)**– предназначена для организации автоматизации централизованного управления уличным освещением.
 - **Автоматизированная система управления наружного освещения («АСУНО»)**– предназначена для организации автоматизации централизованного управления наружным освещением.
 - **Автоматизированная система управления дорожным движением** или АСУ ДД– предназначена для управления транспортных средств и пешеходных потоков на дорожной сети города или автомагистрали.
 - **Автоматизированная система управления предприятием** или АСУП– Для решения этих задач применяются MRP, MRP II и ERP-системы. В случае, если предприятием является учебное заведение, применяются системы управления обучением.
 - **Автоматическая система управления для гостиниц.**
 - **Автоматизированная система управления операционным риском**– это программное обеспечение, содержащее комплекс средств,

необходимых для решения задач управления операционными рисками предприятий: от сбора данных до предоставления отчетности и построения прогнозов.

Контрольные вопросы:

1. Что называется автоматизированной системой управления?
2. Какую задачу решают автоматизированные системы управления?
3. Какие цели преследуют АСУ?
4. Какие функции осуществляют АСУ?
5. Приведите примеры автоматизированных систем управления.
6. Какие задачи решаются с помощью АСУ и на каких методах базируется получение решений?
7. Что такое АСУ?
8. Виды АСУ

Практическая работа № 2

Автоматизированные системы управления технологическими процессами

Цель работы: изучение стадий разработки и внедрения информационных систем управления.

Практические задания:

1. Постановка задачи.

Информационное обеспечение.

Разработка алгоритма решение задачи.

Выбор комплекса технических средств и стандартного программного обеспечения.

Расчет экономической эффективности.

Лабораторные работы:

2. Описание постановки задачи.
3. Программное обеспечение задачи.
4. Создание базы данных.
5. Разработка сценариев диалога пользователей.
6. Разработка презентации проекта.

Студентам предлагается разработать проект автоматизации одной функции (задачи) управления организации, учреждения, предприятия. Автоматизированная функция (задача) у каждого студента индивидуальна. Все задания выполняются по выбранной функции (задачи) управления. Поэтому при выполнении очередного задания (этапа информатизации) используются результаты предыдущих заданий (этапов).

Рекомендуемый перечень функций и задач управления для разработки информационной системы управления

А. Производство

7. Начисление заработной платы сотрудникам ОАО «ГАЗ», имеющего штат до 80 тысяч сотрудников. Форма оплаты – повременная.

Начисление заработной платы сотрудникам фирмы, имеющей штат до 3 тысяч сотрудников. Форма оплаты – сдельная.

Расчет продолжительности отпуска и размера оплаты за дни отпуска для сотрудников среднего образовательного учреждения. Количество сотрудников до 200 чел.

Анализ выполнения норм выработки рабочих-сдельщиков механического цеха ОАО «ГАЗ». Численность рабочих до 2000 чел.

Подготовка статистических данных по оплате труда рабочих и служащих производства грузовых автомобилей ОАО «ГАЗ». Среднегодовой списочный состав рабочих и служащих до 25 тыс. чел.

Расчет себестоимости производства легковых автомобилей на ОАО «ГАЗ». Количество марок автомобилей до 30, комплектующих – до 300 тыс.

Расчет фактического уровня производительности производства грузовых автомобилей ОАО «ГАЗ». Номенклатура продукции до 15 ед., номенклатура деталей – до 200 тысяч единиц. Численность работающих – до 3 тысяч.

Расчет фактического уровня производительности производства легковых автомобилей ОАО «ГАЗ». Номенклатура продукции до 20 ед., выпуск – до 500 автомобилей в сутки.

Ведение реестра акционеров открытого акционерного общества «ГАЗ». Количество акционеров до 200 тысяч чел.

Расчет дивидендов по итогам года ОАО «Гарант». Количество акционеров до 80 тысяч чел.

Учет использования рабочего времени рабочими и служащими литейного производства ОАО «ГАЗ». Количество рабочих и служащих до 3 тыс. чел.

Информатизация работы кадровой службы предприятия.

Б. Образование

8. Расчет выплат увольняющимся сотрудникам районного управления образования. Количество сотрудников до 5 тысяч человек, до 15% контингента сотрудников ежегодно обновляется.

Составление расписания занятий студентов высшего учебного заведения. Количество групп до 100, преподавателей – до 300 чел.

Списание малоценного инвентаря на складе среднего профессионального учреждения. Номенклатура ежегодно списываемого малоценного инвентаря – до 500 ед.

Автоматизация ведения классного журнала в средней общеобразовательной школе. Контингент школьников до 2 тыс. чел.

Учет движения кадров среднего профессионального училища. Количество сотрудников до 500 чел. Обновление и перемещение сотрудников в пределах 25% от общей численности.

Учет абитуриентов и сдачи ими вступительных экзаменационных испытаний. Количество абитуриентов – до 2 тыс. чел.

Учет движения студентов ВУЗа. Количество студентов до 100 тыс. чел.

Учет студентов, проживающих в общежитии. Общежитие рассчитано на 10 тыс. студентов.

Учет сдачи студентами зачетов и экзаменов на уровне деканата. Контингент студентов до 50000 чел, количество групп – 2000.

Учет посещаемости студентами занятий (на уровне деканата). Контингент студентов до 5000 чел, количество групп – 200.

Учет контингента школьников (ведение алфавитной книги) в течение 10 лет. Годовой контингент до 1200 учащихся.

Учет и анализ уровня успеваемости по итогам четверти и года в среднем образовательном учреждении. Количество классов до 100, учащихся до 2000.

Составление расписания занятий школьников для средней образовательной школы. Количество классов до 100.

Рабочее место заместителя директора по учебно-воспитательной работе средней общеобразовательной школы (составление расписания экзаменов).

Рабочее место заместителя директора по хозяйственной работе средней общеобразовательной школы (прием и выдача хозяйственных товаров).

Учет и движение материальных ценностей в районном управлении образования. Всего до 4 тысяч наименований.

Автоматизация учета гостей студентов, проживающих в общежитии.

В. Транспорт

9. Информационно-справочная система железнодорожного вокзала. В течение суток прибывает и отправляется до 300 поездов дальнего следования и пригородных сообщений.

Информационно-справочная система аэропорта. Ежесуточно прибывает и отправляется до 200 самолетов.

Информационно-справочная система речного вокзала. Ежегодно прибывают и отправляются до 500 теплоходов различных видов сообщений.

Разработка расписания движения автобусов городских маршрутов. Количество маршрутов до 200, общий парк автобусов до 5 тысяч.

Учет работы городского пассажирского автотранспорта.

Учет работы грузового автотранспорта.

Информатизация работы склада запасных частей.

Разработка плана ремонта подвижного состава.

Начисление заработной платы водителям автобусов и кондукторам.

Расчет производительности труда водителей грузового автотранспорта.

Расчет себестоимости грузовых перевозок.

Автоматизация формирования транспортных документов.

Информатизация работы автосервиса.

Информатизация работы кадровой службы автотранспортного предприятия.

Информатизация работы платной автостоянки.

Г. Страхование

10. Ведение реестра страхователей автомобилей (до 2 тыс. автомобилей в год).

Ведение реестра страхователей в частном секторе жилья (до 5 тыс. объектов в год).

Автоматизация заключения договора страхования.

Автоматизация заключения договора перестрахования.

Расчет страховой премии.

Расчет возмещения при наступлении страхового случая.

Расчет базовых тарифных ставок.

Расчет резервного фонда.

Анализ страхового портфеля.

Анализ финансового состояния страховой компании.

Ведение внутренней бухгалтерии страховой компании.

Автоматизированное рабочее место страхового агента.

Информатизация работы страхового агента (ОСАГО, КАСКО).

Д. Медицина

11. Работа регистратуры поликлиники, обслуживающей район с населением до 10 тысяч чел. В день до 500 посещений.

Информатизация работы медицинского центра.

Информатизация работы приемного покоя больницы.

Е. Прочие задачи и функции управления

12. Автоматизированное рабочее место агента туристической фирмы.

Разработка баланса трудовых ресурсов региона. Трудоспособное население в трудоспособном возрасте 15 млн. чел.

Ведение реестра пенсионеров Нижегородского пенсионного фонда. Количество пенсионеров до 60 тыс. чел.

Выдача книг в библиотеке. Всего читателей до 10 тыс. чел, каждый из которых в среднем посещает библиотеку 15 раз в год.

Работа библиотекаря в читальном зале платного абонемента библиотеки. Ежедневно обращаются до 200 читателей.

Поступление и списание книг в библиотеке. Всего в библиотеке до 100 тыс. книг. Ежегодно обновляется до 20% книг.

Информатизация учета работы охранной службы.

Учет работы мастерской по ремонту бытовой техники.

Информатизация работы парикмахерской «Салон красоты».

Информатизация учета работы игрового зала, компьютерного салона, бассейна, катка и т. п.

Информатизация учета сдачи в аренду объектов, помещений, площадей.

Автоматизация работы букмекерской конторы.

Информатизация работы тотализатора.

Студенты самостоятельно выбирают функцию (задачу) управления для разработки информационной системы управления. Студенты имеют

возможность выбрать автоматизируемую функцию (задачу) управления вне указанного выше перечня, согласуя свой выбор с преподавателем.

Задание 1. «Постановка задачи»

При описании постановки задачи (выполнения управленческой функции) необходимо рассмотреть следующие вопросы:

13. определить основные параметры разрабатываемой системы;
14. уточнить организационную и экономическую сущность автоматизируемой задачи (функции управления);
15. разграничить функции между средствами вычислительной техники и пользователями информационной системы управления;
16. разработать математическую модель реализации автоматизируемой задачи (функции управления);
17. подобрать метод (математический, имитационный, вероятностный и т.д.) реализации математической модели.
18. дать описание технологии решения задачи в условиях функционирования информационной системы управления;
19. определить состав входной и выходной информации;
20. сформулировать требования к качеству результатов расчета;
21. определить временные ограничения решения задачи;
22. разработать общую структуру диалога (компьютер – пользователь) и сценарии диалога для каждого блока вводимой информации;
23. разработать информационную модель объекта автоматизации;
24. определить предварительный состав вычислительной и организационной техники.

Информационная модель объекта автоматизации включает источники и получатели входной и, соответственно, выходной информации с указанием конкретных документов и информационных блоков. Информационная модель объекта автоматизации имеет следующий вид (см. рис. 1).



Пример оформления информационной модели для условного объекта

Задание 2. «Информационное обеспечение»

Разработка информационного обеспечения осуществляется в следующей последовательности.

1. Разработка входной информации.

1.1. Разрабатываются формы входных документов, структура входных сообщений (приводится шапка документа, содержащая перечень реквизитов).

1.2. Дается описание реквизитов входных документов, сообщений. Для каждого документа, сообщения составляется отдельная таблица (см. табл. 1).

Таблица 1

Наименование реквизита	Диапазон изменения	Номер справочника	Длина реквизита, зн.
1	2	3	4
...
...
...
Итого длина записи:			Σ

Графа 1 содержит все реквизиты документа (сообщения), разработанного в п. 1.1.

Диапазон изменения (графа 2) указывается для числовых реквизитов. При необходимости указывается также количество знаков целой и дробной частей реквизита.

Для текстовых реквизитов разрабатываются справочники, содержащие возможные значения соответствующих реквизитов. Справочники разрабатываются в табличной форме (табл. 2).

Разработка справочника начинается с графы 3 «Полное наименование», в которой перечисляются всевозможные значения реквизита. Для выполнения задания достаточно привести 4-5 возможных значений, в последней строке указать полное количество значений всего списка с учетом резерва (10-15%). Для указанных в качестве примера 4-5 значений реквизита разрабатываются стандартные значения соответствующих реквизитов (графа 2). При этом возможны сокращения и использование аббревиатуры. Затем определяется максимальное значение длины приведенных значений стандартных наименований реквизита в знаках (указывается в последней строке графы 2).

В графе 1 указывается количество знаков в коде, которое зависит от количества значений всего списка справочника (последняя строка графы 3). Например, в графе 3 указано – 800 значений, тогда для кодирования всех этих значений необходимо 3 десятичных знака. Тогда, в 1 строке графы 1 указывается XXX, в последней строке этой графы – 3 зн. При необходимости в справочник могут добавляться нормативные реквизиты в виде отдельной

графы. Для них также указываются несколько примеров заполнения и длина знаков в последней строке.

Справочник №__ «Название реквизита»

Таблица 2

Код	Стандартное наименование	Полное наименование
-	2	3
-
зн. _	_ зн.	Всего _ наименований

В графе 3 таблицы 1 указывается номер разработанного справочника. В графе 4 для числовых реквизитов указывается максимальное количество знаков в соответствующих реквизитах, включая целую и дробную часть, а также разделительный знак, для текстовых реквизитов – количество знаков в стандартном наименовании (последняя строка графы 2 соответствующего справочника).

1.3. Расчет объемов входной информации. Расчет ведется в табличной форме (табл. 3).

Таблица 3

Объем входной информации			
Наименование документа	Длина записи, зн.	Количество записей	Объем, зн.
1	2	3	4
...
...
...
Итого объем входной информации			Σ

Длина записи (графа 2) принимается из таблицы 1 (итоговая строка графы 4). Количество записей (графа 3) по каждому документу принимается исходя из необходимости хранения информации в течение срока, определяемого требованиями проектируемой системы. Так, если автоматизируемая задача связана с персоналом (учет, расчет заработной платы и т.п.), то информация должна храниться не менее 75 лет, сведения о выпуске продукции, выполненных услугах – не менее 30 лет.

Графа 4 рассчитывается как произведение графы 2 и графы 3. Итоговые объемы входной информации рассчитываются путем суммирования значений графы 4. Далее производится расчет объемов входной информации в байтах (Qвх). Для этого используются следующие соотношения:

1 знак = 1 байту; 1 Тб (терабайт) = 1024 Гб;

1 Кб = 1024 байт; 1 Пб (петабайт) = 1024 Тб;

(1)

1 Мб = 1024 Кб; 1 Зб (зетабайт) = 1024 Рб;

1 Гб = 1024 Мб; 1 Йб (йотабайт) = 1024 Зб.

2. Разрабатывается выходная информация.

Порядок разработки выходной информации аналогичен разработке входной информации. В результате рассчитывается $Q_{\text{вых}}$.

3. Расчет объема нормативно – справочной информации ведется в табличной форме (см. табл. 4).

В графе 1 перечисляются все справочники, разработанные при описании входной и выходной информации.

В графе 2 указывается сумма длин реквизитов (последние строки графы 1 и графы 2) соответствующего справочника (см. табл. 2). Если к справочнику добавляются нормативные реквизиты, то к полученной сумме добавляются длины этих реквизитов.

В графе 3 указывается количество возможных записей в соответствующем справочнике (значение берется из последней строки графы 4 табл. 2 соответствующего справочника).

Таблица 4

Расчет объема нормативно – справочной информации

Наименование справочника	Длина записи, зн.	Количество записей	Объем, зн.
1	2	3	4
...
...
...
Итого объем нормативно – справочной информации			Σ

Далее производится расчет графы 4 путем перемножения значений граф 2 и 3. Объем нормативно – справочной информации в знаках рассчитывается путем суммирования значений графы 4.

Для расчета нормативно-справочной информации в байтах используются соотношения, используемые для расчета входной и выходной информации (см. п.1.3).

4. Расчет объема дисковой памяти и оперативной памяти.

Дисковая память $Q_{\text{диск}}$ используется для хранения данных и программ.

$$Q_{\text{диск}} = c + Q_{\text{вых}} + Q_{\text{Бд}} + Q_{\text{прог}} + Q_{\text{сист}}, \text{ байт} \quad (2)$$

где $Q_{\text{вх}}$ – объем входной информации, байт;

$Q_{\text{вых}}$ – объем выходной информации, байт;

$Q_{\text{Бд}}$ – объем информации, хранящейся в базе данных, байт;

$Q_{\text{прог}}$ – объем памяти, занимаемой программами пользователя, байт;

$Q^{\text{сист}}$ – объем памяти, занимаемой операционной системой, вспомогательными и обслуживающими программами, байт;

$$Q^{\text{Бд}} = r^{\text{Бд}} (Q^{\text{вх}} + Q^{\text{вых}} + Q^{\text{нси}}), \text{ байт} \quad (3)$$

где $r^{\text{Бд}}$ – коэффициент, учитывающий соотношение объемов входной, выходной и нормативно-справочной информации, $r^{\text{Бд}} = 2,0 - 3,0$

$Q^{\text{нси}}$ – объем нормативно-справочной информации, байт

$$Q^{\text{прог}} = r^{\text{прог}} \cdot Q^{\text{Бд}}, \text{ байт} \quad (4)$$

где $r^{\text{прог}}$ – коэффициент, учитывающий соотношения объема программ пользователя и объема базы данных, $r^{\text{прог}} = 1,0 - 1,8$.

$$Q^{\text{сист}} = r^{\text{win}} \cdot Q^{\text{win}} + r^{\text{Wo}} \cdot Q^{\text{Wo}} + r^{\text{E}} \cdot Q^{\text{E}} + r^{\text{Acc}} \cdot Q^{\text{Acc}} + r^{\text{of}} \cdot Q^{\text{of}}, \text{ байт} \quad (5)$$

где $r^{\text{win}}, r^{\text{Wo}}, r^{\text{E}}, r^{\text{Acc}}, r^{\text{of}}$ – признак использования разрабатываемой системой соответствующих стандартных пакетов (Windows, Word, Excel, Access, Office); $r = 1$, если пакет используется в разрабатываемой системе, $r = 0$ – в противном случае;

$Q^{\text{win}}, Q^{\text{Wo}}, Q^{\text{E}}, Q^{\text{Acc}}, Q^{\text{of}}$ – объем стандартного пакета вспомогательных программ, соответственно Windows, Word, Excel, Access, Office, байт.

Объем оперативной памяти рассчитывается по следующей формуле:

$$Q^{\text{оп}} = \max\{Q^{\text{вх}}, Q^{\text{вых}}\} + Q^{\text{Бд}} + r^{\text{ПО}} \cdot Q^{\text{прог}} + r^{\text{сист}} \cdot Q^{\text{сист}}, \text{ байт} \quad (6)$$

где $r^{\text{ПО}}$ – доля программ пользователя, одновременно участвующих в расчетах ($r^{\text{ПО}} = 0,1 - 0,2$);

$r^{\text{сист}}$ – доля системных программ, одновременно участвующих в расчетах ($r^{\text{сист}} = 0,1 - 0,2$).

В расчетах принимается, что 1 знак информации занимает 1 байт памяти.

5. Для любых двух объектов автоматизации разрабатываются классификаторы: иерархического и фасетного типа. Для этого:

- определяются признаки и глубина классификации;
- каждое множество информации разбивается на подмножества, каждое подмножество на подподмножества и т.д.;
- для каждого подмножества определяется длина кода;
- определяется структурная формула кода.
-

6. Разрабатывается база данных (ее концептуальная модель), состоящая из нескольких взаимосвязанных массивов информации, включающих реквизиты входной, выходной и нормативно – справочной информации.

Задание 3. «Разработка алгоритма решения задачи»

Разрабатывается алгоритм решения автоматизируемой функции (задачи). Для этого описывается технология формирования выходных документов, используя входную информацию и базу данных. Определяются реквизиты, по которым сортируются и группируются данные для формирования выходных документов. Алгоритм описывается в виде текста, блок схемы или в виде таблицы. При описании алгоритма в виде блок-схемы необходимо использовать обозначения, приведенные в приложении 5.

Задание 4. «Выбор комплекса технических средств и стандартного программного обеспечения»

К комплексу технических средств относятся:

- вычислительная техника;
- средства связи;
- прочее вспомогательное оборудование (принтеры, сканеры, модемы, источники бесперебойного питания и т. д.).

Конкретные типы технических средств компьютерных технологий могут быть выбраны из приложения 4 данных методических рекомендациях, рекламных прайс-листах, периодической печати и т.д.

На выбор вычислительная техника оказывает влияние такие ее потребительские характеристики: быстродействие (тактовая частота), разрядность процессора, объем оперативной памяти, объем дисковой памяти. Первые две характеристики учитываются исходя из особенностей автоматизированных функций.

Выбор комплекса технических средств осуществляется исходя из заявленной в задании №1 вычислительной техники и ее взаимного расположения.

Объем дисковой памяти, рассчитанный в задании №2, используется при выборе жесткого диска персонального компьютера.

Тип персонального компьютера определяется для каждого рабочего места проектируемой системы. Например,

Р III 450\32\10Gb\4\8B – стоимость 396 \$.

Выбор средств связи зависит от взаимного расположения компьютеров.

Если компьютеры расположены в пределах одного помещения, то в качестве средств связи может быть выбран специальный кабель стоимостью 5\$ за метр. Если компьютеры расположены в пределах одного здания, то для связи компьютеров следует выбрать сетевые адаптеры стоимостью до 15\$.

Для соединения компьютеров через телефонную сеть необходимо использовать модем стоимостью до 30\$.

В заключении приводится перечень технических средств, необходимых для осуществления проекта автоматизации определенных функций управления, а также их общая стоимость – Мтс .

Расчет общей стоимости выбранных технических средств производится в табличной форме (см. табл. 5).

Первоначально состав стандартного программного обеспечения определен в задании №2 при определении объемов дисковой и оперативной памяти. В данном задании этот состав уточняется (осуществляется подбор антивирусных программ, комплексов, обеспечивающих защиту компьютерных систем) и оценивается.

Таблица 5

Расчет стоимости технических средств

Средство	Количество, ед	Цена, руб	Стоимость, руб
...
Итого стоимость технических средств			Мтс .

Для выбранного в задании 2 (п. 4) стандартного программного обеспечения (Windows, Word, Excel, Access, Office и т.д.) определяется общая стоимость – $M_{\text{пр}}$. Расчет осуществляется в табличной форме (см. табл. 6).

Таблица 6

Расчет стоимости стандартного программного обеспечения

Пакет программ	Количество, ед.	Цена, руб.	Стоимость, руб.
...
Итого стоимость программных средств			$M_{\text{пр}}$

Стоимостные характеристики технических и программных средств берутся в данных методических рекомендациях (приложение 4), рекламных прайс-листах, периодической печати и т.д.

Задание 5. «Расчет экономической эффективности»

Экономический эффект от внедрения вычислительной техники определяется по выражению:

$$\mathcal{E} = P_T - \mathcal{E}_T, \text{ тыс. руб.} \quad (7)$$

где P_T – стоимостная оценка результатов от внедрения вычислительной техники за расчетный период, тыс. руб.

\mathcal{E}_T – стоимостная оценка затрат на внедрение вычислительной техники за расчетный период, тыс. руб.

Расчетный период при внедрении вычислительной техники принимается 8 лет.

$$P_T = \sum_{i=H}^K P_i * L_i, \text{ тыс. руб.,} \quad (8)$$

где P_i – стоимостная оценка результатов от внедрения вычислительной техники в i -ом году, тыс. руб.

L_i – коэффициент приведения результатов и затрат от внедрения вычислительной техники i -го года к расчетному году.

H, K – соответственно, начальный и конечный год расчета ($H = 1, K = 8$).

$$L_i = (1 + E_3)^{H-i} \quad (9)$$

где E_3 – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; для вычислительной техники он принимается равным процентной ставки кредита, если для приобретения вычислительной техники будет использоваться кредит, или рассчитывается как

$$E_3 = \frac{1}{T}, \text{ тыс. руб.} \quad (10)$$

где T – срок окупаемости вычислительной техники ($T = 8$ лет);

$$P_{1-8} = (Q^{\text{вх}} + Q^{\text{вых}}) \cdot \frac{\text{ЗП}}{t_M \cdot N}, \text{ тыс. руб.} \quad (11)$$

где $Q^{\text{вх}}, Q^{\text{вых}}$ – соответственно, годовой объем входной и выходной информации, зн.

ЗП – средняя месячная заработная плата, приходящаяся на одного из работников, функции которых автоматизируются, тыс. руб.

t_M – месячный фонд рабочего времени, час ($t_M = 173$ ч.);

N – норма выработки работника, занятого обработкой информации, зн\час ($N = 300$ зн\час);

$$\text{Э}_T = \sum_{i=H}^K (U_i + K_i + C_i - A_i) L_i, \text{ тыс. руб.} \quad (12)$$

где U_i – текущие издержки в i -м году на содержание комплекса технических средств, тыс. руб;

$$U_i = 0,1 M_{\text{ТС}}, \text{ тыс. руб.} \quad (13)$$

где K_i – капитальные вложения на приобретение технических и стандартных программных пакетов в i -ом году, тыс. руб.;

C_i – единовременные затраты на разработку информационной системы управления в i -ом году, тыс. руб.;

A_i – остаточная стоимость вычислительной техники, по которой она может быть продана в i -ом периоде, тыс. руб.

Предполагается, что капитальные вложения (K_i) на приобретение вычислительной техники и стандартных программных пакетов, затрачиваются в первый год эксплуатации. Тогда:

$$K_1 = M_{\text{ТС}} + M_{\text{ПР}}, K_2 - 8 = 0. \quad (14)$$

Единовременные затраты на разработку информационной системы управления также относятся к первому году эксплуатации. Тогда:

$$C_1 = M_{\text{ТС}}, C_2 - 8 = 0. \quad (15)$$

Остаточная стоимость технических средств (A_i), по которой они могут быть проданы до истечения срока амортизации, определяется для каждого года по формуле:

$$A_i = K_i \cdot 0,125(k - i + 1), \text{ тыс. руб} \quad (16)$$

где i – индекс года.

Рассчитывается срок окупаемости затрат на проектирование вычислительной техники (T) по формуле:

$$T = \frac{(M_{\text{ТС}} + M_{\text{ПР}}) \cdot 8}{P_T}, \text{ лет} \quad (17)$$

«Описание постановки задачи»

Описание постановки задачи, разработанного в задании №1, осуществляется в электронном виде с использованием текстового и графического редакторов. При этом студенты должны показать свои навыки набора текста, создания рисунков и их объединения в единый документ. Результаты данного задания предъявляются преподавателю на бумажном носителе формата А4. При этом необходимо указать тип текстового и графического редакторов.

«Программное обеспечение задачи»

В этом задании осуществляется программная реализация алгоритма решения задачи, разработанного в задании 3. Алгоритм решения задачи может быть реализован при помощи следующих средств:

- соответствующих стандартных пакетов программ;
- табличного процессора, позволяющего запрограммировать различные расчеты;
- системы программирования.

При программировании алгоритма решения задачи может быть использованы любые системы программирования, использующие языки высокого уровня (BASIC, PASCAL, Си и т.д.)

«Создание базы данных»

На основании концептуальной модели базы данных, разработанной в задании №2, при помощи пакета Microsoft Access или любой другой СУБД создается структура базы данных. Также необходимо дать пример ведения базы данных, заполнив 4-5 записей в каждом файле. Студент предьявляет преподавателю созданную базу данных, путем демонстрации ее ведения (ввод данных, их корректировка, удаление).

«Разработка сценариев диалога пользователей»

Сценарии диалога пользователей, описанных в задании №1, программируются на любом языке программирования высокого уровня BASIC, PASCAL, Си и т.д. Результаты разработки данного задания предьявляются преподавателю в виде распечатки текста программы, а также путем демонстрации работы программ на компьютере. При этом необходимо максимально использовать справочники, разработанные в задании №1. Так при вводе текстовых реквизитов необходимо предусмотреть вывод на экран специального окна с содержимым соответствующего справочника. Тогда пользователь будет не набирать требуемое значение реквизита, а выбирать. Это позволит значительно повысить достоверность вводимых данных.

«Разработка презентации проекта»

Студенты, используя презентационную программу «MS Power Point» или редактор сайтов «MS Front Page» создают мультимедиа слайды, сайты, отображающие материалы разработанного проекта информатизации управленческой задачи, функции. Презентационная программа MS Power Point позволит студентам проявить свои способности в мультимедийных технологиях, комбинируя текст, звук, анимацию и видео.

Практическая работа № 3

Построение оптимального управления.

Автоматизированные системы управления технологическим процессом сварки

Цель работы: изучить автоматизированные системы управления технологическим процессом

Задания:

- Изучить теоретический материал, ответить на контрольные вопросы.
- Выполнить схему «Структура АСУ ТП с центральным управлением»
- Выполнить схему «Структура аппаратных средств системы управления установкой с программированием цикла и параметров режима сварки»

Теоретический материал

В автоматизированных системах автоматического управления технологическим процессом (АСУ ТП) можно выделить структуры с

центрального, децентрализованным и комбинированным управлением. В системах с центральным управлением задача обработки сигналов для формирования управляющих воздействий решается центральным цифровым управляющим устройством, соединенным многими каналами связи с объектом (объектами) управления.

Общая структурная схема содержит объект (объекты) управления ОУ, цифровое управляющее устройство ЦУУ, ряд входных аналого-цифровых преобразователей АЦП и выходные цифроаналоговые преобразователи ЦАП, соединенные с исполнительными устройствами ИУ. Если осуществляется управление сложным многомерным объектом, например, по длине шва определяет текущие координаты стыка. Чтобы не запоминать чрезмерно большое количество координат, весь стык автоматически разбивается на кусочно-линейные участки, аппроксимирующие с заданной точностью криволинейный стык. Для каждого участка достаточно занести в память ЭВМ лишь координату конца участка (узловой точки).

Сравнительно большой объем оперативной памяти ЭВМ позволяет задавать программу изменения параметров режима сварки практически любой сложности. Одновременно осуществляется допусковый контроль всех параметров технологического режима сварки.

Режим работы АСУ (обучающий проход, выполнение технологических прихваток, косметическая обработка) задается оператором с пульта управления набором номера соответствующей программы.

Для решения задач автоматизации процессов таких, как перемещение источника нагрева, подача присадочного материала при сварке плавлением, изменение силы сварочного тока при контактной сварке, применяют программное управление с разомкнутым циклом (рис. 1, а). Программирующее устройство (ПУ) изменяет управляющее воздействие X_y по закону, задающему требуемые изменения управляемой величины в сварочном процессе как объекте управления (ОУ). Для предупреждения вредного влияния на сварочный процесс отдельных ожидаемых возмущений, например, изменения напряжения сети, используют разомкнутые системы компенсации, обладающие повышенным быстродействием (рис. 1, б).

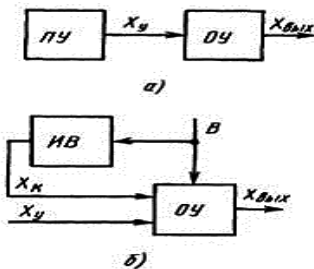


Рисунок 1. Схемы разомкнутых систем управления

В замкнутых системах автоматического регулирования (САР) изменение регулирующего воздействия X_p (рис. 2), определяющего изменение регулируемой величины $X_{вых}$, происходит до тех пор, пока $X_{вых}$ не достигнет требуемого значения и не восстановится равновесие системы регулирования.

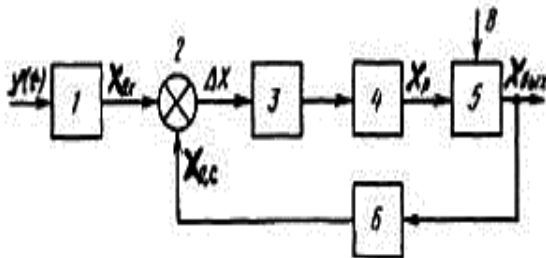


Рисунок 2. Схема замкнутой системы автоматического регулирования: 1, 2, 3 – устройства соответственно задающее, сравнивающее, преобразующее; 4 – исполнительное устройство; 5 – объект; 6 – датчик.

Эффективность автоматизации сварочных процессов во многом определяется точностью подготовки заготовок и их сборкой.

Автоматизация сварочных процессов целесообразна и эффективна только при наличии механизации и автоматизации заготовительных и сборочных операций.

Программное управление последовательностью операций сварочного цикла и перемещения сварочного инструмента, изменениями параметров режима, в частности при зажигании дуги, заварке кратера и т. п. обычно дополняется локальными САР (регуляторами) важнейших параметров режима сварки.

Любую задачу автоматизации сварочных процессов как частный случай общей проблемы обработки информации можно представить совокупностью отдельных операций, выполняемых в определенной последовательности. Универсальным устройством современных вычислительных систем, реализующих заданный программой процесс решения задачи, является микропроцессор. Созданные на основе микропроцессоров, дополненных памятью, внешними устройствами и средствами связи, микроЭВМ характеризуются малыми размерами, низкой стоимостью, высокой надежностью и экономически оправданы не только для группового, но и для индивидуального управления сборочно-сварочными установками и даже отдельными устройствами установки.

Применение ЭВМ в системах автоматизации позволяет реализовывать адаптивное управление сварочными процессами, которое предполагает самонастройку системы при изменении внешних условий и на основе

информации об условиях и качестве формирования сварного соединения. Для этого в системе должно быть реализовано выполнение трех функций идентификации (определением мгновенного состояния процесса или системы), принятия решений (программа настройки), настройки (физическая реализация принятого решения), которые позволяют гибко реагировать на появление различных возмущений.

Примером может служить действующая адаптивная система управления сваркой неповоротных стыков труб малого диаметра с автоматической стабилизацией выпуклости в корне шва. Система обеспечивает оценку интегрального эффекта совместного влияния технологических возмущений, характерных для каждого стыка, по энерговложению, необходимому для достижения сквозного провара на начальном участке сварки - участке идентификации. На основании этой информации управляющая микроЭВМ вычисляет изменение параметров сварочного режима для основной части стыка и обеспечивает ввод установок в задающие устройства регуляторов параметров сварочного режима.

Контрольные вопросы:

1. Какие структуры можно выделить в автоматизированных системах автоматического управления технологическим процессом (АСУ ТП)?
2. Каким устройством решается задача обработки сигналов для формирования управляющих воздействий в системах с центральным управлением?
3. Что содержит общая структурная схема АСУ ТП с центральным управлением?
4. Для решения каких задач автоматизации сварочных процессов применяют программное управление с разомкнутым циклом?
5. Для чего используют разомкнутые системы компенсации, обладающие повышенным быстродействием?
6. Выполните схемы разомкнутых систем управления.
7. Что происходит в замкнутых системах автоматического регулирования?
8. Выполните схему замкнутой системы автоматического регулирования.
9. Опишите адаптивную систему управления сваркой неповоротных стыков труб малого диаметра с автоматической стабилизацией выпуклости в корне шва.

Практическая работа № 4

Особенности проведения консалтингового проекта при автоматизации предприятия

Рассмотрите основные этапы проведения консалтинговых проектов при автоматизации предприятия. Составьте план проведения консалтингового проекта для предприятия, профиль которого укажет преподаватель.

Консалтинг – это деятельность специалиста или целой фирмы, занимающихся стратегическим планированием проекта, анализом и

формализацией требований к информационной системе, созданием системного проекта, иногда – проектированием приложений.

Основными целями разработки консалтинговых проектов являются:

- представление деятельности предприятия и принятых в нем технологий в виде иерархии диаграмм, обеспечивающих наглядность и полноту их отображения;
- формирование на основании анализа предложений по реорганизации организационно-управленческой структуры;
- упорядочивание информационных потоков (в том числе документооборота) внутри предприятия;
- выработка рекомендаций по построению рациональных технологий работы подразделений предприятия и его взаимодействию с внешним миром;
- анализ требований и проектирование спецификаций корпоративных информационных систем;
- рекомендации и предложения по применимости и внедрению существующих систем управления предприятиями (прежде всего классов MRP – manufacturing resource planning и ERP – enterprise resource planning).

Структура подхода к разработке консалтинговых проектов состоит из ряда этапов. Опишем перечисленные этапы.

1. *Анализ первичных требований и планирование работ*

Данный этап предваряет инициацию работ над проектом. Его основными задачами являются: анализ первичных бизнес-требований, предварительная экономическая оценка проекта, построение плана-графика выполнения работ, создание и обучение совместной рабочей группы.

2. *Проведение обследования деятельности предприятия*

В рамках данного этапа осуществляется:

- предварительное выявление требований, предъявляемых к будущей системе;
- определение оргштатной и топологической структур предприятия;
- определение перечня целевых задач (функций) предприятия;
- анализ распределения функций по подразделениям и сотрудникам;
- определение перечня применяемых на предприятии средств автоматизации.

При этом выявляются функциональные деятельности каждого из подразделений предприятия и функциональные взаимодействия между ними, информационные потоки внутри подразделений и между ними, внешние по отношению к предприятию объекты и внешние информационные взаимодействия.

3. *Построение моделей деятельности предприятия*

На данном этапе осуществляется обработка результатов обследования и построение моделей деятельности предприятия следующих двух видов:

- *модели "как есть"*, представляющей собой "снимок" положения дел на предприятии (оргштатная структура, взаимодействия подразделений, принятые технологии, автоматизированные и неавтоматизированные бизнес-

процессы и т.д.) на момент обследования и позволяющей понять, что делает и как функционирует данное предприятие с позиций системного анализа, а также на основе автоматической верификации выявить ряд ошибок и узких мест и сформулировать ряд предложений по улучшению ситуации;

- **модели "как должно быть"**, интегрирующей перспективные предложения руководства и сотрудников предприятия, экспертов и системных аналитиков и позволяющей сформировать видение новых рациональных технологий работы предприятия.

Каждая из моделей включает в себя полную структурную функциональную модель деятельности (например, в виде иерархии диаграмм потоков данных с разработанными для всех процессов нижнего уровня подробными их спецификациями на структурированном естественном языке или в виде иерархии SADT- диаграмм), информационную модель (как правило, с использованием нотации "сущность-связь"), а также, в случае необходимости, событийную (описывающую поведение) модель (с использованием диаграмм переходов состояний).

Разработка системного проекта

Данный этап является первой фазой разработки собственно системы автоматизации (именно, фазой анализа требований к системе), на которой требования заказчика уточняются, формализуются и документируются. Фактически на этом этапе дается ответ на вопрос: "Что должна делать будущая система?". Именно здесь лежит ключ к успеху всего проекта автоматизации. В практике создания больших программных систем известно немало примеров неудачной реализации именно из-за неполноты и нечеткости определения системных требований.

На этом этапе определяются:

- архитектура системы, ее функции, внешние условия ее функционирования, распределение функций между аппаратной и программной частями;
- интерфейсы и распределение функций между человеком и системой;
- требования к программным и информационным компонентам системы, необходимые аппаратные ресурсы, требования к базе данных, физические характеристики компонент системы, их интерфейсы;
- состав людей и работ, имеющих отношение к системе;
- ограничения в процессе разработки (директивные сроки завершения отдельных этапов, имеющиеся ресурсы, организационные процедуры и мероприятия, обеспечивающие защиту информации).

Разработка предложений по автоматизации предприятия

На основании системного проекта осуществляется:

- составление перечня автоматизированных рабочих мест предприятия и способов взаимодействия между ними;
- анализ применимости существующих систем управления предприятиями

для решения требуемых задач и формирование рекомендаций по выбору такой системы;

- совместное с заказчиком принятие решения о выборе конкретной системы управления предприятием или разработке собственной системы;
- разработка требований к техническим средствам;
- разработка требований к программным средствам;
- разработка предложений по этапам и срокам автоматизации.
-

Разработка технического проекта

На данном этапе на основе системного проекта и принятых решений по автоматизации осуществляется проектирование системы. Фактически здесь дается ответ на вопрос: "Как (каким образом) мы будем строить систему, чтобы она удовлетворяла предъявленным к ней требованиям?". Этот этап разделяется на два подэтапа:

- проектирование архитектуры системы, включающее разработку структуры и интерфейсов ее компонент (автоматизированных рабочих мест), согласование функций и технических требований к компонентам, определение информационных потоков между основными компонентами, связей между ними и внешними объектами;
- детальное проектирование, включающее разработку спецификаций каждой компоненты, разработку требований к тестам и плана интеграции компонент, а также построение моделей иерархии программных модулей и межмодульных взаимодействий и проектирование внутренней структуры модулей.

При этом происходит расширение системного проекта:

- за счет его уточнения;
- за счет построения моделей автоматизированных рабочих мест, включающих подсистемы информационной модели и функциональные модели, ориентированные на эти подсистемы вплоть до идентификации конкретных сущностей информационной модели;
- за счет построения моделей межмодульных и внутримодульных взаимодействий с использованием техники структурных карт.

Практическая работа № 5

Разработка системного проекта автоматизации предприятия

Системный проект строится на основе модели "как должно быть" и включает функциональную модель будущей системы в соответствии с одним из общеупотребительных стандартов (например, IDEF0 или IDEF3), информационную модель, например, в соответствии со стандартом IDEF1X, а также техническое задание на создание автоматизированной системы (например, в соответствии с ГОСТ 34.602-89).

По завершении данного этапа (после согласования системного проекта с заказчиком) изменяется роль консультанта. Отныне он как бы становится на сторону заказчика, и одной из его основных функций на всех

последующих этапах работ будет являться контроль на соответствие требованиям, зафиксированным в системном проекте.

Необходимо отметить следующее достоинство системного проекта. Для традиционной разработки характерно осуществление начальных этапов кустарными неформализованными способами. В результате заказчики и пользователи впервые могут увидеть систему после того, как она уже в большей степени реализована. Естественно, эта система отличается от того, что они ожидали увидеть. Поэтому далее следует еще несколько итераций ее разработки или модификации, что требует дополнительных (и значительных) затрат денег и времени. Ключ к решению этой проблемы и дает системный проект, позволяющий:

- описать, "увидеть" и скорректировать будущую систему до того, как она будет реализована физически;
- уменьшить затраты на разработку и внедрение системы;
- оценить разработку по времени и результатам;
- достичь взаимопонимания между всеми участниками работы (заказчиками, пользователями, разработчиками, программистами и т.д.);
- улучшить качество разрабатываемой системы, а именно: создать оптимальную структуру интегрированной базы данных, выполнить функциональную декомпозицию типовых модулей.

Системный проект полностью независим и отделяем от конкретных разработчиков, не требует сопровождения его создателями и может быть безболезненно передан другим лицам. Более того, если по каким-либо причинам предприятие не готово к реализации на основе проекта, он может быть положен "на полку" до тех пор, пока в нем не возникнет необходимость. Кроме того, его можно использовать для самостоятельной разработки или корректировки уже реализованных на его основе программных средств силами программистов отдела автоматизации предприятия.

Разработайте краткое содержание системного проекта автоматизации предприятия, для которого вами ранее был представлен план проведения консалтингового проекта.

Практическая работа № 6

Разработка контекстной диаграммы автоматизируемого процесса

Целью данной работы является знакомство с начальным этапом создания функциональной модели.

Начальный этап моделирования включает определение объекта, цели и точки зрения модели, ограничения, накладываемые на объект, построение диаграммы верхнего уровня и ее обобщение, составление списков данных и функций, объединение функций в блоки, формирование с использованием списка данных взаимоотношений между блоками. Продолжение моделирования основывается на тех же методах и выводит модель на следующий уровень детализации. Для этого требуется создать отдельную

диаграмму для, возможно, каждого блока диаграммы верхнего уровня, затем построить диаграммы для всех блоков новых диаграмм, и так до тех пор, пока модель не будет описывать объект с нужной для достижения цели степенью детализации. Таким образом, продолжение моделирования является рекурсивным процессом.

Декомпозиция модели похожа на начальный этап моделирования, но проще его. При декомпозиции модели аналитик всегда находится в контексте, определенном блоком со своими дугами одной из диаграмм. Эта граница, называемая границей объекта, определена двумя способами. Во-первых, объект, цель и точка зрения каждой новой диаграммы уже определены на диаграмме А0. Во-вторых, каждый блок, декомпозируемый в новую диаграмму, уже является ограниченным объектом. Другими словами, он идентифицирует конкретную функцию и все данные, которые для нее требуются или ею порождаются. Строить диаграмму, исходя из этой информации, проще, потому что список данных создается на основе дуг, входящих в блок и выходящих из него, а также потому, что список функций подробно раскрывает название блока. Процесс декомпозиции ограниченного объекта состоит из следующих шагов: выбор блока диаграммы; рассмотрение объекта, определенного этим блоком; создание новой диаграммы; выявление недостатков новой диаграммы; создание альтернативных декомпозиций; корректировка новой диаграммы; корректировка всех связанных с ней диаграмм.

Декомпозиция начинается с чтения диаграммы А0 и определения самого содержательного блока. Это такой блок, декомпозиция которого выявит многие аспекты диаграммы А0 и будет оказывать большое влияние на будущие декомпозиции других блоков этой диаграммы. Новая диаграмма строится аналогично диаграммам А0 и А-0. Блоки размещаются в соответствии с доминированием (т.е. согласно взаимным ограничениям блоков), затем создаются основные дуги, представляющие ограничения, потом внешние и, наконец, внутренние дуги.

Постройте контекстную диаграмму процесса, указанного преподавателем.

Практической занятие № 7 **Особенности разработки диаграмм с туннельными дугами**

Изучение инструментальных средств построения функциональных моделей процессов

Программа Design/IDEF (Meta Software Corp.) – графическая среда для проектирования и моделирования сложных систем широкого назначения, поддерживающая методологии описания и моделирования системных функций (IDEFO/ IDEF0), структур и потоков данных в системе (IDEF1, IDEF1X, E-R) и поведения системы (IDEF/CPN).

Представление графики. Design/IDEF имеет быструю и

высококачественную графику, включающую создание стандартных и пользовательских объектов, выравнивание и манипулирование объектами, выбор атрибутов графических объектов и текста. Дополнительно в Design/IDEF реализованы возможности, требуемые для редактирования и моделирования данных: построение связывающих линий типа «резинка», маршрутизация и сглаживание дуг т.д.

Обеспечение непротиворечивости модели. Design/IDEF имеет встроенные возможности, дающие уверенность разработчику, что IDEF-модель будет точной, целостной и непротиворечивой на протяжении всего цикла ее создания. Например, при модификации текста, принадлежащему функциональному блоку или дуге в какой-то одной части модели, текст будет динамически скорректирован на всех страницах модели.

Поддержка Словаря Данных. Design/IDEF имеет встроенный Словарь Данных, который позволяет хранить информацию и создавать отчеты о функциях и потоках данных в IDEF-модели. Словарь дает возможность определять начальную информацию об объектах и предоставляет разнообразный набор функций сопровождения, восстановления и сохранения целостности файлов данных. Возможности словаря отличаются большой гибкостью и позволяют пользователю вводить неограниченное число параметров для каждого объекта. В сочетании с высококачественной печатью на лазерном принтере, это позволяет разработчику создавать документацию проекта, отвечающую самым высоким требованиям.

Генерация отчетов. Design/IDEF предоставляет возможность использовать пять видов отчетов для поддержки и анализа моделей: отчет о контроле полноты модели; отчет о функциях; отчет о дугах; отчет о ссылках; IDEF-отчет.

Все отчеты могут быть показаны на экране компьютера, отредактированы и распечатаны с помощью текстового редактора. Design/IDEF анализирует и отбирает данные для генерации текстового файла, содержащего информацию о диаграммах и Словаре.

Информация, содержащаяся в отчетах, может быть экспортирована для использования в других программах, таких как, например, электронные таблицы, настольные издательские системы и текстовые редакторы.

Организация коллективной работы. Design/IDEF поддерживает работу многочисленной группы разработчиков, создающих одновременно большую и сложную IDEF-модель. Подмодели легко интегрируются в одну большую модель.

Изучив описание данной программы, продемонстрируйте преподавателю умение создавать, блоки с туннельными дугами. Пропредмонстрируйте диаграмму с пятью блоками и полностью заполненную описанием блоков, дуг и с заполненным глоссарием.

Практическая работа № 8

Особенности разработки диаграммы концептуальной модели данных с отношением категоризации

Design/IDEF предоставляет также возможность создавать концептуальные информационные модели, которые представляют как собственно данные, так и связи между ними в системе.

Информация, содержащаяся в IDEF-моделях, экспортируется в любую базу данных, а сами модели могут быть экспортированы в Design/CPN – пакет динамического моделирования и анализа сложных систем.

Как CASE-пакет по разработке программ много обеспечения Design/IDEF поддерживает первые стадии создания программного продукта: Формулировка требований и целей проекта – определение того, что проектируемая система будет делать.

Разработка спецификаций – формализованное описание требований.

Создание проекта – определение подсистем и взаимодействий между ними.

Документирование проекта – создание базы данных проекта, текстуальное описание составных частей проекта.

Анализ проекта – проверка проекта на полноту и непротиворечивость.

Результатом работы пакета Design/IDEF является проект программной системы, состоящий из двух частей:

- Проекта функциональной структуры системы, содержащий иерархически связанные страницы с IDEF0-диаграммами и описывающий все модули (вплоть до элементарных функций) системы, их взаимосвязи, входные и выходные параметры.
- Проекта информационной структуры системы – логической модели ее базы данных, – описывающей все структуры и взаимосвязи данных. Оба проекта проверяются на полноту и непротиворечивость, сопровождаются базой данных проекта и документацией.

Изучив описание процесса создания концептуальной модели данных в среде данной программы, продемонстрируйте преподавателю умение создавать отношение категоризации. Продемонстрируйте диаграмму с пятью сущностями и полностью заполненную описанием сущностей (блоков), отношений (дуг) и с заполненным глоссарием.

Практическая работа № 9

Разработка технического задания на создание автоматизированной системы «Производство Аэропорта»

Цель работы: проверка способности практического применения инженерных методов расчета транспортных задач, изложенных в курсе.

В задании требуется определить оптимальный маршрут перевозки коммерческого груза и оптимальную загрузку самолета, приносящих максимальный выигрыш.

Для решения задачи следует использовать метод ветвей и границ задачи коммивояжера и симплекс-метод задачи линейного программирования. В методических целях решение выполняется вручную (поэтому задание выбрано предельно простым). Решение, полученное симплекс-методом, должно быть дополнено геометрическим построением.

Условия задания, состоящего из двух задач, следующие.

Для данного типа самолета известны предельная коммерческая загрузка Q и полезный объем V в условных единицах. Самолет должен одним рейсом (с промежуточными посадками) обслужить 5 пунктов маршрута и возвратиться в исходный пункт, получив при этом максимальную прибыль. Матрица стоимости перелёта из пункта в пункт задается (табл.1). Вследствие различных скидок она не симметрична.

В задаче 1 определяется оптимальный маршрут, а в задаче 2 – оптимальная загрузка.

Определение оптимальной загрузки ВС.

Требуется определить самую прибыльную загрузку самолета. Рейсом может быть перевезено два вида груза: один дорогой, но тяжелый, второй менее прибыльный, зато полегче. При загрузке следует учесть ограничения на габариты и вес. Стоимость единицы веса груза первого вида составляет S_1 , второго S_2 . Отношение удельных объемов грузов $\gamma_1/\gamma_2 = 15/(a + 3)$, где a – последняя цифра шифра студента. Отношение полезного объема к $\gamma_2: V/\gamma_2 = 300 + 10b$, где b – предпоследняя цифра шифра. Предельная коммерческая загрузка Q равна $Q = 100 + 10c$, где c – третья с конца цифра шифра. Соответственно $S_1 = 13/(a + 2)$, $S_2 = 6/(b + 1)$.

Определение оптимального маршрута ВС. Требуется определить самый дешевый путь облета всех пунктов с возвратом в исходный.

Таблица 1

Пункты (узлы)	Исх.1	2	3	4	5	6
Исх.1	-	$25+a$	$45+b$	$15+c$	$30+a$	$25+b$
2	$5+c$	-	$15+b$	$1+a$	$30+c$	$30+b$
3	$20+a$	$15+b$	-	$35+c$	$5+b$	a
4	$20+b$	$15+c$	$25+a$	-	$20+a$	$20+c$
5	$10+b$	$45+a$	$25+c$	$50+b$	-	$5+a$
6	$25+a$	$5+b$	$5+c$	$10+a$	$5+b$	-

По шифру студента находятся: a – последняя цифра, b – предпоследняя, c – третья с конца.

Задание следует начать выполнять с поиска оптимального маршрута. В этом случае определяются тарифы на перевозку груза (правда, в данной работе они непосредственно не потребуются). Из условия задачи следует, что она является классическим выражением задачи коммивояжера, для которой имеется

эффективный метод решения - ветвей и границ. Им и надо воспользоваться. Покажем метод на примере.

Пусть матрица стоимостей C_{ij} перелета из i -го пункта в j -й задана (табл.2).

Таблица 2

Пункты	1	2	3	4	5	6
1	-	27	43	16	30	26
2	7	-	16	1	30	30
3	20	13	-	35	5	0
4	21	16	25	-	18	18
5	12	46	27	48	-	5
6	23	5	5	9	5	-

Метод заключается в пошаговой оптимизации, когда последовательно на каждом шаге выбирается по одному звену в оптимальный маршрут T . Оптимальность понимается как минимальная стоимость $Z(T)$. Выбор производится из соображения сиюминутной выгоды, т.е. без учета возможных последствий. На каждом шаге выбирается то звено, которое имеет наибольшее значение штрафа (который бы пришлось заплатить, если это звено не взять в оптимальный маршрут). Однако такая тактика выбора звеньев сопряжена с риском отвергнуть тот маршрут (содержащий отброшенные звенья), который впоследствии окажется самым дешевым. Поэтому тактика сиюминутной выгоды подстраховывается вычислением так называемых нижних границ стоимостей маршрутов, в том числе отвергнутых на каждом шаге выбора. Затем после вычисления всего маршрута, претендующего на оптимальность, его стоимость сравнивается с нижними границами отвергнутых маршрутов, которые графически изображаются ветвями. Если окажется, что какая-то нижняя граница будет меньше стоимости маршрута, то соответствующая ветвь анализируется точно так же, как до этого строился первоначальный маршрут. Такая процедура называется возвратом. При возврате соответствующая ветвь сама начинает ветвиться. Ветвление может прекратиться, когда все нижние границы ветвей превысят стоимость ранее найденного маршрута.

1. Приступим к решению.

Определим верхнюю границу маршрута $Z_B(T)$ (вообще-то, ее вычисление не обязательно, но в некоторых случаях позволяет сократить расчеты). Верхняя граница – это стоимость взятого наугад маршрута. Пусть он будет состоять из звеньев $(1,4)(4,5)(5,3)(3,6)(6,2)(2,1)$. Тогда в соответствии с табл.2 $Z_B(T) = 16 + 18 + 27 + 0 + 5 + 7 = 73$. Отсюда заключаем, что стоимость оптимального маршрута:

$$Z(T^*) \leq 73.$$

2. Найдем нижнюю границу всего маршрута H . Для этого проводится так называемая редукция строк и столбцов матрицы (см. табл.2). Редукция строк заключается в вычитании из каждой строки матрицы числа, равного

минимальному значению элемента этой строки. В первой строке – это число $C_1 = 16$. Результат редукции представлен в табл.3.

Таблица 3

Пункты	1	2	3	4	5	6	C_i
1	∞	11	27	0	14	10	16
2	6	∞	15	0	29	29	1
3	20	13	∞	35	5	0	0
4	5	0	9	∞	2	2	16
5	7	41	22	43	∞	0	5
6	18	0	0	4	0	∞	5

Бесконечные стоимости $C_{11} = C_{22} = \dots = C_{66} = \infty$ – это математический прием, запрещающий перелет к самому себе.

В результате редукции в каждой строке будет не меньше одного нулевого элемента.

Аналогичным образом проводится редукция столбцов, в результате которой в каждом столбце будет, по крайней мере, по одному нулевому элементу (табл.4).

Таблица 4

Пункты	1	2	3	4	5	6	C_i
1	∞	11	27	0	14	10	16
2	1	∞	15	0	29	29	1
3	15	13	∞	35	5	0	0
4	0	0	9	∞	2	2	16
5	2	41	22	43	∞	0	5
6	13	0	0	4	0	∞	5
Q_i	5	0	0	0	0	0	$H = 48$

После редукции в каждой строке и столбце будет не меньше, чем по одному нулю. Если бы вдруг оказалось в каждой строке и столбце ровно по одному нулю, то они образовали бы тогда замкнутый маршрут с очевидно нулевой редуцированной стоимостью. А чтобы вернуться к настоящей стоимости, нужно к этой нулевой стоимости прибавить то, что мы уже вычли при редукции, т.е. нижняя граница вычисляется по формуле:

$$H = \sum_{i=1}^6 C_i + \sum_{j=1}^6 Q_j = 48.$$

Это легко понять, если учесть, что в каждой строке и в каждом столбце есть только один элемент любого маршрута T .

3. В табл.4 в строках и столбцах есть по несколько элементов с $C_{ij}=0$, поэтому необходимо рассмотреть варианты и сделать выбор, какое первое звено включить в маршрут. Выбирается то звено, которое имеет минимальную стоимость и максимальное значение штрафа Φ_{ij} . Штраф определяет ту цену,

которую мы заплатим, если не включим звено (i, j) в маршрут T . Поэтому если мы включим звено (i, j) , которое назовем опорным, а не включим какое-то другое, то за это другое заплатим меньший штраф.

Штраф вычисляется по формуле

$$\Phi_{ij} = A_i + B_j,$$

где $A_i = \min\{C_{ij}\}$, j – кроме опорного; $B_i = \min\{C_{ij}\}$, i – кроме опорного.

На каждом шаге мы выбираем звено с максимальным выигрышем ($\min\{C_{ij}\}$ и $\max\{\Phi_{ij}\}$). Поскольку $\min\{C_{ij}\}$ – это обязательно ноль, полученный в результате редукции, то A_i и B_j – это следующие минимальные после нуля числа. Если в строке несколько нулей, то $A_i = 0$. Аналогично обстоит дело и с B_j . Покажем это для нашего примера. Рассчитаем штраф для всех звеньев, претендующих на то, чтобы быть включенными в маршрут T . Это все звенья с нулевой стоимостью (табл.5).

Таблица 5

Пункты	1	2	3	4	5	6	C_i	A_i
1	∞	11	27	0	14	10	16	10
2	1	∞	15	0	29	29	1	1
3	15	13	∞	35	5	0	0	5
4	0	0	9	∞	2	2	16	0
5	2	41	22	43	∞	0	5	2
6	13	0	0	4	0	∞	5	0
Q_j	5	0	0	0	0	0	$H = 48$	
B_j	1	0	9	0	2	0		

По найденным A_i и B_j рассчитываем штрафы Φ_{ij} для звеньев с нулевой стоимостью, т.е. для $(1,4)$, $(2,4)$, $(3,6)$ и т.д. Эти звенья с полученными штрафами сведем в табл. 6.

Таблица 6

Звено (i, j)	1,4	2,4	3,6	4,1	4,2	5,6	6,2	6,3	6,5
$\Phi_{ij} = A_i + B_j$	10	1	5	1	0	2	0	9	2

Из табл. 6 замечаем, что $\{\Phi_{ij}\} = \Phi_{14} = 10$. Следовательно, в качестве опорного звена выбираем $(1,4)$.

Если максимальное значение Φ_{ij} имеет несколько звеньев, то в маршрут можно включать любое из них.

4. Пересчет нижней границы стоимости. Мы выяснили, что на данном (первом) шаге выгоднее всего взять звено $(1,4)$. Но мы можем его и не брать, предполагая, что в дальнейшем это даст большой выигрыш. Если в маршруты мы не включаем звено $(1,4)$, что записывается $T: \bar{1,4}$ – с чертой сверху, то нижней границей будет:

$$Z(T: \overline{1,4}) = 48 + 10 = 58.$$

Действительно, поскольку штраф рассчитывается по минимальным значениям элементов матрицы, то меньше, чем Φ_{14} мы не заплатим, если возьмем какое-либо другое звено в T . А какой-то элемент из строки 1 и столбца 4 обязательно должен войти в маршрут: мы обязательно должны куда-то улететь из пункта 1 и откуда-то прилететь в пункт 4.

Для определения нижней границы стоимости маршрутов, включающих звено (1,4), надо преобразовать матрицу стоимости. Раз звено (1,4) включено в маршрут, то из дальнейшего рассмотрения надо исключить строку 1 и столбец 4 (кроме как в пункт 4 из пункта 1 мы никуда не полетим), а также обратный перелет - звено (4,1), поэтому принимается $C_{41} = \infty$. Вычеркиваем в табл.5 строку 1 и столбец 4 и получаем табл.7.

Таблица 7

Пункты	1	2	3	5	6
2	1	∞	15	29	29
3	15	13	∞	5	0
4	∞	0	9	2	2
5	2	41	22	∞	0
6	13	0	0	0	∞

Проведем редукцию табл.7, как в п.2, и укажем A_i и B_j . Получаем табл.8.

Таблица 8

Пункты	1	2	3	5	6	C_i	A_i
2	0	∞	14	28	28	1	14
3	15	13	∞	5	0	0	5
4	∞	0	9	2	2	0	2
5	2	41	22	∞	0	0	2
6	13	0	0	0	∞	0	0
Q_j	0	0	0	0	0	$H_1 = 1$	
B_j	2	0	9	2	0		

Новая нижняя граница для T , включающего (1,4) равна:

$$Z(T: 1,4) = 48 + 1 = 49.$$

Теперь можно приступить к изображению дерева решений (пока содержащего две короткие ветви) (рис.1).

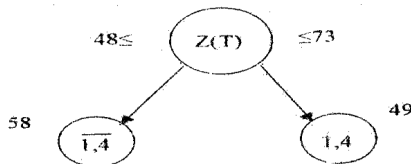


Рисунок 1. Дерево решений

В узлах дерева указаны звенья, включенные или нет в маршруты, и рядом – нижние границы этих маршрутов.

6. Проводится вторая итерация решения во второй матрице (табл.8). Как в п.3 рассчитываются штрафы Φ_{ij} , (табл.9).

Таблица 9

(i, j)	2,1	3,6	4,2	5,6	6,2	6,3	6,5
Φ_{ij}	16	5	2	2	0	9	2

Максимальный штраф у звена (2,1): $\Phi_{21} = 16$.

Следовательно, после (1,4) выбирается (2,1).

Новая нижняя граница для $T: 2,1$ равна:

$$Z(T: 2,1) = 49 + 16 = 65.$$

Новая нижняя граница для $(T: 2,1)$ находится, как в п.5: в табл.8 вычеркивается строка 2 и столбец 1, кроме того, $C_{12} = \infty$ (но в таблице его не будет).

Теперь необходимо указать на появление новой процедуры – проверки оставшихся звеньев на возможность подмаршрутов, т.е. маршрутов, включающих не все узлы (пункты). В нашем случае подмаршрутом может быть следующий: (1,4), (4,2), (2,1) для уже выбранных звеньев (1,4) и (2,1). Чтобы его исключить, надо сделать звено (4,2) запрещенным, а для этого положить $C_{42} = \infty$. Данную процедуру следует проводить при каждом последующим выборе (правда, не всегда будут появляться запрещенные звенья) кроме конца (надо вернуться домой).

В результате указанных действий приходим к третьей матрице решений (табл.10).

Таблица 10

Пункты	2	3	5	6
3	13	∞	5	0
4	∞	9	2	2
5	41	22	∞	0
6	0	0	0	∞

Далее нужно провести ее редукцию, которая дает для маршрутов, включающих звено (2,1), нижнюю границу $H + H_1 = 49 + 2 = 51$ и т.д.

Если все проделать правильно, повторяя изложенный алгоритм расчетов, то в конце получим следующее дерево решений (рис.2).

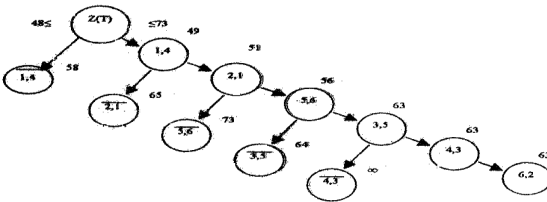


Рисунок 2. Полученное дерево решений.

Полученный маршрут включает звенья: (1,4); (2,1); (5,6); (3,5); (4,3); (6,2). Остается проверить, является ли он самым дешевым. Для этого предусмотрена процедура возврата, и нам пригодятся рассчитанные стоимости для звеньев с черточками.

7. Построенный полный маршрут будет оптимальным, если его стоимость не превосходит стоимости любого маршрута, соответствующего другим ветвлениям дерева.

Мы замечаем, что $Z(T) = 63 > Z(T: \overline{1,4}) = 58$.

Отсюда следует, что необходимо исследовать подмножество маршрутов, не содержащих звена (1,4). Для исключения звена (1,4) из рассмотрения надо в табл. 2 принять $C_{14} = \infty$, затем повторить изложенный алгоритм поиска оптимального маршрута. Правда, если в последствии окажется, что нижние границы исследуемого ветвления превысят $Z(T)$ (в нашем случае 63), то исследование данной ветви прекращается.

Продолжаем разбор нашего примера. Опять возвращаемся к табл. 2, в которой теперь полагаем $C_{14} = \infty$. Данные для расчета матрицы стоимости возврата представляются в табл.11.

Таблица 11

Пункты	1	2	3	4	5	6
1	∞	27	43	∞	30	26
2	7	∞	16	1	30	30
3	20	13	∞	35	5	0
4	21	16	25	∞	18	18
5	12	46	27	48	∞	5
6	23	5	5	9	5	∞

Проведем редукцию табл.11 и приходим к табл.12. В табл.12 для краткости одновременно указана редукция строк и столбцов. Вам всегда редукцию следует производить порознь.

Таблица 12

Пункты	1	2	3	4	5	6	C_i	A_i
1	∞	1	17	∞	4	0	26	1
2	1	∞	15	0	29	29	1	1
3	15	13	∞	35	5	0	0	5
4	0	0	9	∞	2	2	16	0
5	2	41	22	43	∞	0	5	2
6	13	0	0	4	0	∞	5	0
Q_j	5	0	0	0	0	0	$H = 58$	
B_j	1	0	9	4	2	0		

Новая нижняя граница $Z(T: \overline{1,4}) = 58$, что совпадает с ранее найденным значением.

По значениям A_i и B_j рассчитываются штрафы (табл.13).

Таблица 13

(i, j)	1,6	2,4	3,6	4,2	5,6	6,2	6,3	6,5
Φ_{ij}	1	5	5	0	2	0	9	7

Максимальный штраф у звена (6,3) $\Phi_{63} = 9$ поэтому выбираем звено (6,3). Если вспомнить табл.6, то в ней звено (6,3) «вплотную» приближалось к (1,4).

Все дальнейшие действия полностью повторяют изложенный ранее метод расчета. Дерево окончательного решения приведено на рис. 3.

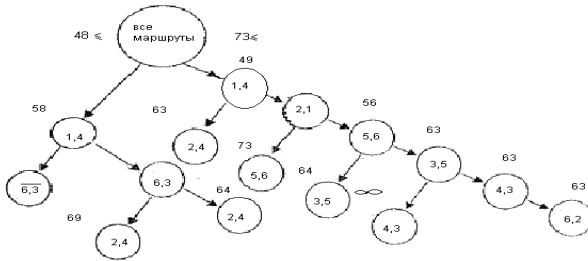


Рисунок 3. Дерево окончательных решений

Оптимальным маршрутом перевозки (см. рис.3) является последовательность звеньев: (1,4); (4,3); (3,5); (5,6); (6,2); (2,1). Стоимость перевозки единицы груза по нему составляет 63. Это значение меньше нижних границ всех остальных ветвлений дерева решений.

Определение оптимальной загрузки ВС

Определим количество груза первого и второго типов, дающее максимальную стоимость (прибыль). Обозначим вес груза первого типа – x_1 второго – x_2 .

Тогда по условию задачи $x_1 + x_2 \leq Q$.

Ограничение на габариты груза приводит к неравенству

$$y_1 x_1 + y_2 x_2 \leq V$$

$$\text{или } \frac{y_1}{y_2} x_1 + x_2 \leq \frac{V}{y_2}.$$

Для примера положим, что $Q = 150$, $y_1/y_2 = 3$, $V/y_2 = 300$. В численной форме условия-ограничения запишутся:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 150; \\ 3x_1 + x_2 \leq 300, \end{cases} \quad (1)$$

где $x_1 \geq 0$; $x_2 \geq 0$.

Стоимость груза составляет $S_1x_1 + S_2x_2$.

Пусть $S_1 = 2, S_2 = 1$. Тогда условие максимального выигрыша запишется как:

$$f_1(x) = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max. \quad (2)$$

Мы получили математическую запись задачи линейного программирования: ограничения (1) и целевую функцию (2). Для решения воспользуемся симплекс-методом, но предварительно нужно условия задачи записать в каноническом виде. Чтобы от неравенств перейти к равенствам введем слабые переменные:

$$\begin{cases} x_3 = 300 - 3x_1 - 3x_2 - x_2; \\ x_4 = 150 - x_1 - x_2, \end{cases} \quad (3)$$

где $x_3 \geq 0; x_4 \geq 0$.

Чтобы от максимума перейти к минимуму целевой функции, условие экстремума перепишем в форме:

$$f = -2x_1 - x_2 \rightarrow \min. \quad (4)$$

Запись задачи в виде условий (3) и (4) позволяет применить симплекс-метод. В равенствах (3) переменные x_3 и x_4 составляют базис, а x_1 и x_2 - свободные переменные. Базисным решением будет $X_1 = (0, 0, 300, 150)$, для него $f_1 = 0$.

Из условия (4) видно, что f можно уменьшить, увеличивая x_2 . Разрешая систему (3), переведем x_2 из свободных в базисные, а x_4 - в свободные переменные. В новом базисе x_2, x_3 перепишем задачу в виде:

$$\begin{cases} x_2 = 300 - x_1 - x_4; \\ x_3 = 150 - 2x_1 + x_4; \\ f = -150 - x_1 + x_4. \end{cases} \quad (5)$$

Ей соответствует следующее базисное решение:

$$X_2 = (0, 150, 150, 0) \text{ и } f_2 = -150.$$

Теперь для минимизации f следует увеличивать x_1 , но так, чтобы x_2 и x_3 оставались неотрицательными. Из системы (5) ясно, что x_1 увеличиваем до 75. При этом переменная x_3 из базисных становится свободной (зато x_1 - базисной). В новом базисе x_1, x_2 система (5) будет выглядеть:

$$\begin{cases} x_1 = 75 - 1/2x_3 + 1/2x_4; \\ x_2 = 75 + 1/2x_3 - 3/2x_4; \\ f = -225 + 1/2x_3 + 1/2x_4. \end{cases}$$

Ей отвечает решение $X_3 = (75, 75, 0, 0)$ и $f_3 = -225$.

Поскольку в целевой функции все коэффициенты при неизвестных положительные, то возможность дальнейшей минимизации f исчерпана, и мы пришли к оптимальному решению:

$$X^* = X_3 = (75, 75, 0, 0).$$

Возвращаясь к исходной функции $f_1 = -f(x) = 225$, заключаем, что при нагрузке $x_1 = 75$ и $x_2 = 75$ мы получаем максимальный выигрыш в 225 единиц.

Этот же результат мы получим геометрически. Введем прямоугольную систему $x_1 \theta x_2$. Множество допустимых решений системы (1) изобразится заштрихованной областью (рис.4).

Для построения проведем сначала прямую $3x_1 + x_2 = 300$ по двум точкам: пусть $x_1 = 0$, тогда $x_2 = 300$, при $x_2 = 0$ $x_1 = 100$. Нанесём точки $(0; 300)$ и $(100; 0)$ на график и проведём прямую AB .

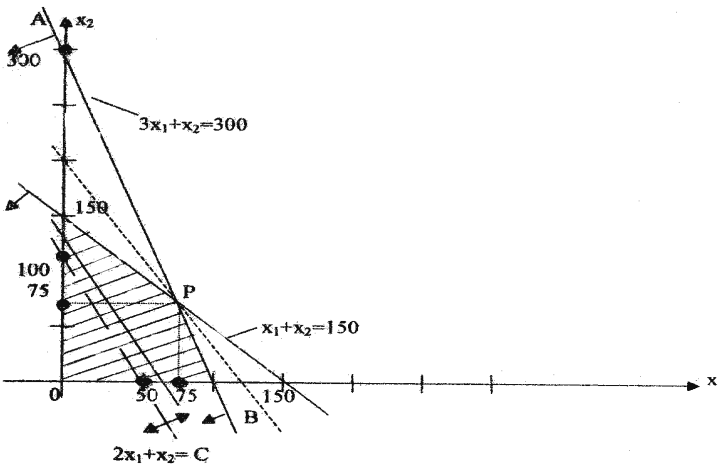


Рисунок 4. Множество допустимых решений

Чтобы определить, какая часть плоскости определяется неравенством (1), подставим в него координаты точки $(0; 0)$. Получили верное неравенство, определяющее полуплоскость, содержащую начало координат. Стрелки на прямой AB указывают эту полуплоскость. Аналогично строится прямая и для второго неравенства.

Для построения линейной функции воспользуемся следующим приемом: - запишем её в виде:

$$2x_1 + x_2 = C,$$

где C можно произвольно менять для того, чтобы она приняла максимальное значение, не нарушая при этом ограничения (1).

Пусть для начала $C=100$, тогда прямая пройдет через точки $(0;100)$ и $(50;0)$. Изобразим её пунктирной линией, показывая, что изменяя C линия будет перемещаться параллельно самой себе. Из рис. 4 следует, что решением системы неравенств при условии $\max\{f\}$ является точка $P(75;75)$. Ей отвечает максимум $f=225$. Таким образом, аналитическое и геометрическое решения совпали.

Контрольные вопросы:

1. Как решаются транспортные задачи с неправильным балансом?
2. В чем заключаются задачи о назначениях и как в них записываются искомые неизвестные?
3. Как в принципе пошаговой оптимизации в динамическом программировании учитываются последствия от сделанного шага?
4. Почему в динамическом программировании решаемую задачу приходится решать как бы дважды: сначала от конца к началу, затем опять к концу?
5. Из чего состоит разработанное АСУ?

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационные системы и технологии в экономике и управлении: учебник для бакалавриата/ под ред. В.В. Трофимова. - М.: Юрайт, 2011.
2. Гвоздева В.А. Основы построения автоматизированных информационных систем.- М.: ФОРУМ, 2011.
3. Гагарина Л.Г. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем. – М.: ФОРУМ, 2013.
4. Хорошавцев Ю.Е. Основы АСУ транспортными системами: Учебное пособие / Академия ГА. СПб., / 1999.
5. Автоматизированные системы обработки информации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В.В. Горяева, А.Е. Давыдов; Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве. — Электрон. дан. и прогр. (13,5 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2021. — Режим доступа : <http://lib.mgsu.ru/>.
6. Основы автоматизации технологических процессов и производств : учебное пособие : в 2 т. / [Г. Б. Евгеньев и др.] ; под ред. Г. Б. Евгеньева. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. -441с.

Содержание

	Стр.
Практическая работа №1. АСУ различного назначения, примеры их использования	3
Практическая работа № 2. Автоматизированные системы управления технологическими процессами	5
Практическая работа № 3. Построение оптимального управления. Автоматизированные системы управления технологическим процессом сварки	18
Практическая работа № 4. Особенности проведения консалтингового проекта при автоматизации предприятия	21
Практическая работа №5. Разработка системного проекта автоматизации предприятия	24
Практическая работа № 6. Разработка контекстной диаграммы автоматизируемого процесса	25
Практической занятие № 7 Особенности разработки диаграмм с туннельными дугами	26
Практическая работа № 8. Особенности разработки диаграммы концептуальной модели данных с отношением категоризации	28
Практическая работа № 9. Разработка технического задания на создание автоматизированной системы «Производство Аэропорта»	28
ЛИТЕРАТУРА	39