

Федеральное агентство по образованию РФ

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра автоматизации обработки информации (АОИ)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой АОИ, д.т.н.,

профессор

\_\_\_\_\_ Ю.П. Ехлаков

\_\_\_\_\_ 2006 г.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Методические указания к выполнению индивидуальных заданий,  
лабораторных и контрольных работ для студентов специальности  
230102 — Автоматизированные системы  
обработки информации и управления

Разработчики:

д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ Ю.П.Ехлаков

ст. преп. каф. АОИ

\_\_\_\_\_ Е.А. Рыбалова

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	2
2. ОБЪЕКТЫ АНАЛИЗА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	5
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ, КОНТРОЛЬНЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	7
3.1. Индивидуальное задание №1 «Системный анализ объекта управления».....	7
3.2. Индивидуальное задание №2 «Разработка базовых стратегий развития организации».....	8
3.3. Индивидуальное задание №3 «Определение нормативного множества автоматизированных информационных технологий управления».....	10
3.4. Индивидуальное задание №4 «Разработка логистических моделей производственного процесса».....	11
3.5. Индивидуальное задание №5 «Разработка продуктовой стратегии организации».....	12
3.6. Индивидуальное задание №6 «Решение общей задачи календарного планирования».....	13
3.7. Лабораторная работа №1 «Решение сложных проблем методом экспертных оценок».....	19
3.8. Лабораторная работа №2 «Исследование производственных систем с использованием аппарата производственных функций».....	26
3.9. Лабораторная работа №3 «Планирование и управление проектом».....	34
3.10. Письменные контрольные работы.....	39
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	43
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	48

## 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Закрепление теоретических знаний по курсу предполагается производить в виде следующих контрольных заданий: выполнение индивидуальных заданий; выполнение лабораторных работ; выполнение контрольных работ и тестовых заданий.

Выполнение индивидуальных заданий предполагает проведение студентом самостоятельно системных исследований при структуризации объектов информатизации и выработке конкретных проектных решений. Индивидуальные задания выполняются во внеучебное время (самостоятельная работа), оформляются в письменном виде в соответствии с требованиями, изложенными в данных методических указаниях. Перечень объектов анализа и проектирования представлен в таблице 2.1.

При выполнении лабораторных работ студентами усваиваются и закрепляются знания по основным разделам учебной дисциплины. Лабораторные работы выполняются на ПЭВМ, результаты лабораторных работ оформляются в виде отчетов (Word-документ).

Защита индивидуальных заданий и лабораторных работ предусматривает как объяснение полученных результатов, так и контроль знаний по разделам теории, на основе которой они получены.

Контрольные работы проводятся в письменном виде в часы практических занятий и ориентированы на закрепление теоретических знаний по определенным разделам курса. Тестовые контрольные работы проводятся на ПЭВМ и предполагают фронтальный индивидуальный опрос студентов.

Итоговая аттестация возможна по двум вариантам: традиционная сдача экзамена и рейтинговая аттестация по итогам выполнения индивидуальных заданий.

При аттестации по первому варианту (в форме экзамена) для допуска к экзамену в 6-м семестре студент обязан из таблицы 1.1 выполнить и защитить следующие задания [1.1, 2.1, 2.2]; в 7-м семестре – задания [1.5, 2.3]; иметь итоговый рейтинг – не менее 50 баллов, в противном случае студент не допускается до экзамена.

При рейтинговой аттестации каждого студента по результатам выполнения индивидуальных заданий к началу сессии формируется предварительная оценка по дисциплине. Студент может проставить эту оценку в зачетную книжку, либо пройти аттестацию в форме экзамена. Нормативный суммарный рейтинг по семестру составляет 120 баллов. Оценке «удовлетворительно» соответствует 60 баллов, оценке «хорошо» – 80 баллов, оценке «отлично» – 100 баллов.

Таблица 1.1 — Рейтинговая система

Темы контрольных заданий	Мак балл	Семестр
<b>1. Индивидуальные задания</b>		
1.1. Системный анализ объекта управления	20	I
1.2. Разработка базовых стратегий развития организации	15	I
1.3. Определение нормативного множества автоматизированных информационных технологий управления	10	I
1.4. Разработка логистических моделей производственного процесса	10	I
1.5. Разработка продуктовой стратегии организации	20	II
1.6. Общая задача календарного планирования	25	II
<b>2. Лабораторные работы</b>		
2.1. Решение сложных проблем с использованием метода экспертных оценок	20	I
2.2. Исследование производственных систем с использованием аппарата производственных функций	25	I
2.3. Планирование и управление проектом	35	II
<b>3. Письменные контрольные работы</b>		
3.1. Математическая модель развития и размещения производства	10	II
3.2. Тестовые тематические задания	10	I
<b>4. Устный опрос (коллоквиум)</b>	20	II
<b>5. Тестовый экзамен</b>	10	I, II

## 2. ОБЪЕКТЫ АНАЛИЗА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Таблица 2.1 — Наименование объектов.

n/p варианта	Объекты исследования
1	<p><i>1. Фирма по разработке, внедрению и сопровождению прикладного программного обеспечения:</i></p> <p>1.1 Информационные технологии для государственного муниципального управления</p>
2	1.2 Web–приложения
3	1.3 Электронный документооборот
4	1.4 Электронная торговля
5	<p><i>2. Фирма по поставке, внедрению и сопровождению готового программного продукта (IT–аутсорсинг):</i></p> <p>2.1 Финансово-бухгалтерские системы</p>
6	2.2 ERP–системы (Enterprise Resource Planning — система планирования ресурсов предприятия, предназначенная для автоматизации учета и управления)
7	2.3 ГИС–технологии (геоинформационные системы)
8	2.4 MES 1–системы управления производством (Manufacturing Execution Systems)
9	2.5 MES 2–производственные исполнительные системы (Manufacturing Enterprise Solutions)
10	<p><i>3. Фирма по поставке, монтажу, пуско-наладке, сопровождению, ремонту аппаратных средств информатизации (системный интегратор):</i></p> <p>3.1 Компьютерная техника</p> <p>3.2 Офисная техника</p> <p>3.3 Сетевое оборудование</p>
11	<p><i>4 Фирма по поставке и сопровождению общесистемного программного обеспечения:</i></p> <p>4.1 Операционные системы</p> <p>4.2 Средства программирования</p> <p>4.3 Средства проектирования</p>

12	<i>5. Фирма по оказанию информационно-коммуникационных услуг: 5.1 Интернет–услуги</i>
13	<i>5.2 Предоставление услуг доступа к информации специализированных БД</i>
14	<i>5.3 Консалтинговые услуги по анализу и синтезу бизнес-процессов организации</i>
15	<i>6. Другие объекты, согласованные с преподавателем</i>

ERP–системы (Enterprise Resource Planning) — планирование и управление ресурсами предприятия, необходимыми для осуществления продаж, закупок и учета при выполнении заказов клиентов в сферах производства, дистрибуции и оказания услуг.

MES 2–(Manufacturing Enterprise Solutions) — исполнительные производственные системы, представляющие собой автоматизированную систему контроля и оптимизации производственной деятельности, которая в режиме реального времени инициирует, отслеживает, оптимизирует и документирует производственные процессы от начала выполнения заказа до выпуска готовой продукции. Занимают промежуточный уровень между ERP-системами и АСУ ТП.

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ, КОНТРОЛЬНЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

#### 3.1. Индивидуальное задание №1 «Системный анализ объекта управления».

Индивидуальное задание ориентировано на закрепление теоретических знаний и получение практических навыков по проведению анализа и синтеза объекта исследования. Для выполнения задания необходимо освоить теоретический материал, представленный в разделах 1, 2, 4 учебника [1].

##### Основные этапы выполнения задания

##### *1. Описание объекта исследования и элементов внешней среды*

Выделить объект исследования как систему, элементы внешней среды, множество конечных продуктов и ресурсов объекта, определить (выделить) основные параметры их описания. Представить модель взаимодействия системы с элементами внешней среды в виде функциональной схемы, описать сущность взаимодействия. Результаты исследования представить в таблице 3.1.

Таблица 3.1 — Множество конечных продуктов и ресурсов

Условное обозначение	Наименование	Параметры описания	Тенденции изменения параметров

##### *2. Определение проблемной ситуации*

Обосновать наличие (либо отсутствие) проблемной ситуации по каждому виду взаимодействия системы с внешней средой, описать каждую из выявленных проблемных ситуаций, обосновать 2-3 наиболее важных из них. Характеристики проблем представить в следующем пространстве описаний: существенность, новизна, причины возникновения, комплексность, разрешимость. Результаты анализа представить в таблице 3.2.

Таблица 3.2 — Описание проблемных ситуаций

n/n ПС	Формулировка проблемы	Характеристика проблемы

### **3. Определение множества целей и функций по разрешению проблемной ситуации**

Сформулировать множество целей системы по ликвидации наиболее важных проблемных ситуаций, предложить критерии оценки степени достижения целей. С использованием моделей декомпозиции определить дополнительное множество нормативных функций по достижению поставленной цели. Результаты анализа представить в таблице 3.3.

Таблица 3.3 — Описание целей и основных функций

Проблемная ситуация	Цели системы	Функции системы

### **4. Исследование структуры управления**

Выбрать виды специализации подразделений объекта исследования, обосновать тип структуры управления организации, представить ее в виде организационно-функциональной схемы. Описать множество функций каждого из элементов структуры. Результаты анализа представить в таблице 3.4.

Таблица 3.4 — Описание структуры управления

Наименование подразделения	Функции подразделения

### **5. Выводы.**

Сформулировать кратко состояние объекта исследования и основные направления его реформирования.

### **3.2. Индивидуальное задание №2 «Разработка базовых стратегий развития организации».**

В качестве конкретной организации рассматривается объект исследования, описанный в первом индивидуальном задании. Все решения, представленные в таблицах, должны быть аргументированы и представлены в тексте в виде пояснительной записки. В качестве теоретического материала для выполнения задания используются разделы 1, 2, 4 учебника.



## Основные этапы выполнения задания

### 1. Определение Миссии «организации»

На основе содержательной модели взаимодействия системы с внешней средой определить и описать Миссию «организации»: предназначение, ориентацию, политику.

### 2. Формулирование стратегических целей развития

Сформулировать стратегические цели развития. Выбрать и обосновать показатель эффективности достижения целей. В формальном виде результаты должны быть сведены в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 — Цели организации

n/n	Цели развития	n/n	Показатели эффективности

### 3. Разработка базовой стратегии развития организации

1) Выбрать и обосновать стратегии достижения целевых результатов. В формальном виде результаты должны быть представлены в виде «дерева целей»:



2) Выбрать показатели эффективности оценки стратегий, выбрать шкалу измерений. Обосновать и привести оценки относительной важности критериев. Провести (с обоснованием) экспертное оценивание стратегий по каждому из критериев. Результаты работы представить в таблице 3.6.

Таблица 3.6 — Оценивание стратегий

Наименование стратегии	Критерии оценки стратегии				
	1	2	3	...	n

3) Разработать план мероприятий по реализации одной из наиболее выгодных стратегий.

План мероприятий формируется путем декомпозиции наиболее важной стратегии на множество функций, за которыми закрепляются конкретные исполнители и требуемые ресурсы. В качестве модели

декомпозиции рекомендуется использовать формальную модель структуры социально-экономической системы: <основные средства — оборотные средства — трудовые ресурсы — технологии>. План мероприятий по реализации важной стратегии рекомендуется представить в таблице 3.7.

Таблица 3.7 — План мероприятий по реализации стратегии

Наименование мероприятия	Исполнитель	Срок исполнения	Финансовые ресурсы	
			Бюджет (кредит)	Собственные средства
1	2	3	4	5

### 3.3. Индивидуальное задание №3 «Определение нормативного множества автоматизированных информационных технологий управления».

Индивидуальное задание ориентировано на закрепление приобретенных знаний из теоретического материала по содержательным моделям исследования систем. В качестве теоретического материала для выполнения задания используются разделы 2, 4 учебника [1].

#### Основные этапы выполнения задания

##### 1. Определение множества нормативных функций управления

1) Определить и обосновать формальные модели объекта и системы управления.

Исходя из особенностей объекта исследования, выбрать и обосновать элементы формальных моделей:

- жизненного цикла *производства* конечных продуктов и услуг;
- жизненного цикла *управления* производством конечных продуктов и услуг.

2) Описать множество нормативных функций управления.

Представить материальную структуру модели определения множества нормативных функций управления. Выделить наиболее значимую для данной организации функцию управления. Сформулировать конечное множество задач управления по реализации выделенной функции относительно каждого элемента модели «жизненного цикла» получения конечных продуктов или услуг.

## **2. Определение множества АИТ управления**

- 1) Определить модель «жизненный цикл обработки информации».
- 2) Разработать функциональную модель системы, реализующей функции управления объектом исследования, и представить ее в стандарте IDEF0 в виде иерархических диаграмм.
- 3) Подробно описать этапы проектирования АИТ, объяснить полученные результаты.

### **3.4. Индивидуальное задание №4 «Разработка логистических моделей производственного процесса».**

Целью данной работы является проектирование логистической цепи процесса производства и реализации конечного продукта объекта исследования, определение множества материальных ресурсов для производства выбранного конечного продукта и описание стратегии реализации закупочной логистики. В качестве теоретического материала для выполнения задания рекомендуется использовать соответствующий материал разделов 1, 2, 5 учебника [1].

#### **Основные этапы выполнения задания**

##### **1. Проектирование оптимальной логистической цепи**

С использованием моделей декомпозиции, нормативного набора логистических функций и операций описать оптимальную логистическую цепь производства и реализации определенного конечного продукта системы. Результаты работы представить в виде схемы взаимодействия материального, информационного и финансового потоков и логистической цепи. Описание логистических операций представить в виде таблицы, в которую сведены обозначения логистических операций потоков с объяснением их содержания.

##### **2. Разработка стратегии организации закупочной логистики**

Определить множество исходных материальных ресурсов для обеспечения производства выбранного конечного продукта. Описать стратегию реализации закупочной логистики, детализировав при этом следующие этапы:

- выбор поставщика;
- планирование и организация закупок.

Обосновать выбор способа отбора предложений на поставку ресурсов для фирмы и определения потребностей в поставках, метода закупок.

### 3.5. Индивидуальное задание №5 «Разработка продуктовой стратегии организации».

Выполнение индивидуального задания предполагает закрепление теоретических знаний по формированию производственной программы предприятия и разработке стратегии продвижения на рынок выпускаемой продукции. В качестве теоретического материала следует использовать главы 2, 4, 7 учебника.

#### Основные этапы выполнения задания

##### *1. Анализ товарного рынка и определение основных направлений его развития*

1) Выделить основные конечные продукты и услуги организации. Провести классификацию потенциальных потребностей по каждому виду конечных продуктов.

2) Разработать матрицу «рост рынка — доля рынка» для основных конечных продуктов, обосновав стратегию производства и ценовую политику. В формальном виде результаты работы представить в таблице 3.8.

Таблица 3.8 — Продуктовые стратегии

Наименование конечных продуктов	Возможные типы покупателей	Действующие продуктовые стратегии	Возможные переходы на другие стратегии

##### *2. Выбор и обоснование маркетинговой стратегии по основным конечным продуктам*

На основании рекомендации раздела 2.1 учебника выбрать и обосновать стратегию продвижения на рынок продукции организации. Предложить план мероприятий по реализации выбранной стратегии. Результаты представить в виде таблицы 3.9.

Таблица 3.9 — Маркетинговые стратегии

Наименование конечных продуктов	Маркетинговая стратегия	Основные мероприятия по реализации стратегии

##### *3. Разработка математической модели формирования производственной программы организации*

1) Сформулировать содержательную постановку задачи: описать исходное состояние рынка и производственных возможностей органи-

зации, исходные параметры (известных величин) и переменных (что требуется определить), выбрать и обосновать ограничения и целевую функцию задачи.

2) Разработать математическую модель: задать основные параметры и переменные модели, записать в формальном виде математические выражения целевой функции и ограничений.

### 3.6. Индивидуальное задание №6 «Решение общей задачи календарного планирования».

Индивидуальное задание ориентировано на закрепление теоретических знаний и получение практических навыков по разработке алгоритмов решения общей задачи календарного планирования. В качестве теоретического материала следует использовать разделы 8.1, 8.2, 8.3 учебника.

#### Основные этапы выполнения задания

##### 1. Описание исходных данных варианта задания

Для своего варианта описать заданный критерий оптимальности и правило предпочтения, заполнить таблицу исходных данных, например:

Номер изделия	Операция 1		Операция 2		Операция 3		Операция 4		Операция 5	
	оборуд.	время	оборуд.	время	оборуд.	время	оборуд.	время	оборуд.	время
1	A	30	D	81	C	15	B	82	E	42
2	D	45	E	73	B	18	A	92	C	91
3	B	20	A	55	C	13	E	14	D	74
4	C	85	D	37	E	97	A	35	B	85

##### 2. Постановка задачи

Задано: множество изделий, множество станков (оборудования), множество операций и их длительность. Маршрут обработки (технология) линейный и одинаков для всех работ (изделий).

Требуется распределить множество элементов материального потока по обрабатывающим центрам (оборудованию), определить очередность и время начала и окончания обработки каждого изделия на каждом станке и другие характеристики плана (табл. 3.11).

##### Критерий оптимальности:

$\min t_{i,j}^{ож}$  — суммарное минимальное время ожидания обслуживания изделия.

$\min t_{i,j}^{np}$  — суммарное минимальное время простоя оборудования

**Вид движения изделия по операциям** — параллельно- последовательный.

**Правило предпочтения:**

SIO — короткой операции;

SVO — длинной операции;

LRT — максимум оставшейся длительности маршрута обработки изделия;

FIFO — минимальное время готовности изделия к обслуживанию.

**Ограничения технологические:**

- на каждом станке одновременно может обрабатываться не более одной детали;
- начавшаяся операция не прерывается до полного ее завершения;
- начало обработки изделия на станке  $l$  наступает не ранее, чем окончится его обработка на станке  $(l - 1)$ .
  - начало обработки изделия на  $j$  операции наступает не ранее, чем начнется его обработка на предыдущей  $(j - 1)$  операции, и  $j$  операция не может завершиться раньше  $(j - 1)$  операции при параллельно- последовательном движении изделия.

**Основные расчетные формулы:**

1.  $t_{ij}$  — длительность операции;
2.  $t_{i,j}^{\Gamma}$  — время готовности изделия  $i$  для обработки на текущей операции  $j$ ;
3.  $t_{i,j}^{ожс}$  — время ожидания изделия  $i$  на текущей операции  $j$ ;
4.  $t_{i,j}^{\Gamma}$  — время готовности оборудования  $l$  на текущей операции  $j$ ;
5.  $t_{i,j}^{np}$  — время простоя оборудования  $l$  на текущей операции  $j$ ;
6.  $t_j^H$  — время начала текущей операции  $j$ ;
7.  $t_j^K$  — время окончания текущей операции  $j$ ;
8.  $t_j^H = \max \{t_{i,j-1}^{\Gamma}, t_{i,j-1}^{\Gamma}\}$ ;

9.  $t_j^K = t_j^H + t_{ij}$ ;
10.  $t_{i,j}^{\Gamma} = t_j^K$ ;
11.  $t_{i,j}^{np} = t_j^H - t_{i,j-1}^{\Gamma}$ ;
12.  $t_{i,j}^{ож} = t_j^H - t_{i,j-1}^{\Gamma}$ ;
13.  $t_{i,j}^{\Gamma} = t_{j-1}^K$  — при последовательном выполнении операций;
14.  $t_{i,j}^{\Gamma} = t_j^H + \tau_j$  — при параллельно-последовательном движении.
15. 
$$\tau_j = \left\{ \begin{array}{l} \tau = const, \text{ при } t_j < t_{j+1} - \text{последоват.} \\ (t_j - t_{j+1}) + \tau, \text{ при } t_j > t_{j+1} - \text{паралл. - послед.} \end{array} \right\}.$$

Таблица 3.10 — Множество ожидаемых операций

Номер шага	Множество ожидаемых операций
1	{(изделие, оборудование, операция); (...)} (...)
2	...

Таблица 3.11 — Решений

Номер шага	Номер изделия	Шифр оборудования	Номер операции	Длительность операции	$t^H$	$t^K$	$t_{об}^{\Gamma}$	$t_{изд}^{\Gamma}$	$t^{np}$	$t^{ож}$	$\tau$
Значение критерия оптимальности...											

### 3. Порядок выполнения работы и оформление отчета

1. Привести исходные данные варианта задания.
2. Привести содержательную и формализованную постановку задачи, обозначения переменных и расчетные формулы для параметров задачи.
3. Описать алгоритм решения задачи (правила построения сетевого графа, процедура формирования множества ожидаемых операций, правило выбора операции на обслуживание, подбора аналитического выражения для вычисления рекорда).

4. Записать аналитическое выражение для расчета значения критерия оптимальности.
5. Аналитическое выражение и/или алгоритм расчета очередности операции по заданному правилу предпочтения при параллельно-последовательном движении изделий.
6. Определить значение рекорда для критерия оптимальности расписания (нижнюю границу).
7. Построить ориентированный сетевой граф операций с объяснением технологии и правила построения.
8. По заданному правилу предпочтения (предложить алгоритм) найти очередность выполнения работ, результаты свести в таблицу ожидаемых операций (табл.3.10).
9. Произвести расчеты на сети и результаты свести в таблицу решений (3.11).
10. Вычислить табличное значение критерия оптимальности.
11. Вычислить точность расписания и процент загрузки оборудования.
12. Построить временной график работ.
13. Проверить табличные расчетные данные на план–графике работ.
14. Произвести анализ полученного календарного плана и предложить критерии оптимизации плана.
15. Описание этапов работы, результаты расчетов и их объяснение представить в Word – документе.

#### ***4. Исходные данные для задачи***

Для решения задачи каждый студент выбирает свой списковый вариант группы из таблиц 3.12–3.13

Таблица 3.12 — Исходные данные

Номер варианта	Номер изделия	Правило предпочтения	Критерий оптимальности
1	1, 12 , 10, 24	SIO	$\min t_{i,j}^{ож}$
2	2, 3, 18, 19	SVO	$\min t_{l,j}^{np}$
3	3, 4, 17, 18	LRT	$\min t_{l,j}^{np}$
4	4, 5, 16, 17	FIFO	$\min t_{i,j}^{ож}$
5	5, 6, 15, 16	SIO	$\min t_{l,j}^{np}$



6	6, 7, 14, 15	SVO	$\min t_{i,j}^{o\partial c}$
7	7, 8, 13, 14	LRT	$\min t_{l,j}^{np}$
8	8, 9, 12, 13	FIFO	$\min t_{l,j}^{np}$
9	9, 10, 11, 12	SIO	$\min t_{i,j}^{o\partial c}$
10	10, 11, 1, 2	SVO	$\min t_{l,j}^{np}$
11	11, 21, 2, 3	LRT	$\min t_{i,j}^{o\partial c}$
12	12, 13, 3, 4	FIFO	$\min t_{l,j}^{np}$
13	13, 14, 20, 5	SIO	$\min t_{i,j}^{o\partial c}$
14	14, 15, 5, 6	SVO	$\min t_{i,j}^{o\partial c}$
15	15, 16, 7, 8	LRT	$\min t_{l,j}^{np}$
16	6, 7, 17, 20	FIFO	$\min t_{l,j}^{np}$
17	4, 8, 16, 19	SIO	$\min t_{i,j}^{o\partial c}$
18	3, 5, 15, 17	SVO	$\min t_{l,j}^{np}$
19	6, 10, 14, 18	LRT	$\min t_{l,j}^{np}$
20	8, 11, 13, 16	FIFO	$\min t_{i,j}^{o\partial c}$
21	1, 9, 12, 20	SIO	$\min t_{l,j}^{np}$
22	2, 7, 11, 19	SVO	$\min t_{i,j}^{o\partial c}$
23	3, 6, 10, 13	LRT	$\min t_{i,j}^{o\partial c}$
24	4, 13, 15, 18	FIFO	$\min t_{l,j}^{np}$
25	17, 18, 19, 21	SIO	$\min t_{i,j}^{o\partial c}$
26	1, 20, 19, 24	SVO	$\min t_{i,j}^{o\partial c}$
27	15, 17, 22, 23	FIFO	$\min t_{i,j}^{o\partial c}$
28	1, 20, 21, 23	LRT	$\min t_{l,j}^{np}$

29	11, 18, 22, 24	SVO	$\min t_{l,j}^{np}$
30	5, 6, 9, 23	FIFO	$\min t_{i,j}^{оэс}$

Таблица 3.13 — Технология производства

Номер изделия	Операция 1		Операция 2		Операция 3		Операция 4		Операция 5	
	оборуд	время	оборуд	время	оборуд	время	оборуд	время	оборуд	время
1	A	30	D	81	C	15	B	82	E	42
2	D	45	E	73	B	18	A	92	C	91
3	B	20	A	55	C	13	E	14	D	74
4	C	85	D	37	E	97	A	35	B	85
5	E	72	B	48	D	86	C	55	A	75
6	B	63	C	59	A	75	D	33	E	38
7	D	54	A	60	C	86	E	47	B	44
8	C	43	E	75	D	97	B	55	A	75
9	D	38	B	84	C	25	E	56	A	86
10	A	49	D	93	B	36	C	77	E	77
11	E	52	C	29	A	47	B	59	D	72
12	A	61	B	38	E	58	C	58	D	88
13	C	75	E	47	D	69	A	75	B	95
14	B	90	A	56	D	70	C	53	E	35
15	C	91	D	65	E	75	B	80	A	33
16	E	83	A	74	C	29	B	45	D	25
17	A	74	D	83	E	30	B	75	C	49
18	B	65	D	92	C	44	A	39	E	77
19	D	56	E	67	B	55	A	49	C	48
20	C	47	B	70	E	66	A	76	D	53
21	C	39	A	80	B	77	D	88	E	50
22	A	90	E	60	C	50	D	30	B	93
23	D	64	C	78	B	70	E	70	A	80
24	B	39	D	66	E	98	C	35	A	57

### 3.7. Лабораторная работа №1 «Решение сложных проблем методом экспертных оценок».

#### Цель работы

Закрепить теоретические знания и получить практические навыки по исследованию сложных проблемных ситуаций (ПС), решению задачи выбора и оценивания мероприятий по устранению ПС, применению моделей системной деятельности и «дерева целей», и метода экспертных оценок.

Работа выполняется с помощью программной среды Eхосерп.

Для выполнения работы требуются знания по содержательным моделям исследования систем управления [1, гл.2,4; 2], по теории управления и принятия решений, методу экспертных оценок [1, гл.3].

#### Порядок выполнения работы

##### *1. Исследование проблемной ситуации и построение фрагментов «дерева целей».*

Варианты заданий приведены в таблице 3.14. Каждый студент может выбрать вариант задания в соответствии со своим списковым номером в группе или сформулировать одну из проблемных ситуаций своей организации, места работы.

Решить задачу размерности (4x4x8). То есть работают четыре эксперта, которые формулируют четыре критерия оптимальности и предлагают восемь мероприятий (функций, проектов) по достижению целей. В качестве одного из экспертов работает сам студент, а троих привлекает со стороны (к примеру, сотрудники организации, в которой работает).

Сформулировать глобальную цель разрешения проблемной ситуации.

При декомпозиции глобальной цели использовать формальные модели в следующей последовательности:

- модель «состава объектов целеполагания» — <вышестоящие органы, исследуемая система, подведомственные органы, актуальная среда>;
- модель «состава конечных продуктов» — <материальные, финансовые, информационные>;
- модель «жизненный цикл производства конечных продуктов» — <выявление потребности, производство, потребление>;

- модель «структура социальной деятельности» — <предметы деятельности, средства деятельности, кадры, отношения (технологии)>;
- модель «состава ресурсов» — <материальные, финансовые, трудовые, информационные >

Выделить объекты целеполагания (назвать, кратко описать) и сформулировать цели основных целеполагающих систем в виде требований к качеству производимых конечных продуктов, применив две первые предложенные модели для первого (верхнего) и второго уровней «дерева целей».

Определить множество мероприятий (функций) по каждому из этапов жизненного цикла производства конечных продуктов отдельно, применив третью и четвертую предложенные модели на третьем и четвертом уровнях «дерева целей».

Определить множество ресурсов, необходимых для реализации множества выделенных мероприятий, применив модель «состав ресурсов» на пятом уровне «дерева целей».

Разработать и представить фрагменты формальной и материальной структуры «дерева целей».

Сформулировать четыре критерия оптимальности для оценки степени достижения сформулированных подцелей.

Выделить восемь существенных мероприятий достижения целей из всего множества сформулированных.

В качестве критериев оценки качества (степени достижения цели) можно использовать следующие показатели эффективности для:

1) программных систем: наличие средств адаптации и настройки; качество документирования; надежность; оформление интерфейса; эффективность использования ресурсов;

2) оценки перспективности инвестиционных проектов: потенциал исполнителей; актуальность; обозримость; практическая направленность; эффективность; коммерческая направленность; научно-технический уровень;

3) производственных систем: ожидаемая прибыль; потенциальный спрос; требуемые финансовые ресурсы; предполагаемые издержки производства; наличие конкуренции; наличие специалистов; наличие местных источников сырья.

Процедура оценки качества программных средств заключается в экспертном оценивании каждого из показателей по критерию «истинно–ложно» —  $\{0, 1\}$ .

Оценка перспективности стратегий развития организации может быть оценена по шкале:

очень перспективно → оценка в интервале [7–10];

перспективно → оценка в интервале [4–7];

перспектива не ясна → оценка в интервале [2–4];

не перспективно → оценка в интервале [0–2].

Оценку важности критериев при их парном сравнении можно производить с использованием шкал:

$$C_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } x_i > x_j \text{ или } x_i \sim x_j; \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases} \quad C_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } x_i > x_j; \\ 0,5, & \text{если } x_i \sim x_j; \\ 0, & \text{если } x_j > x_i. \end{cases}$$

## **2. Экспертное оценивание мероприятий.**

Для выполнения этого этапа использовать программу Eхосен. В меню «файл» создать файлы: экспертов, критериев, мероприятий (проектов).

Методом парных сравнений оценить важность критериев между собой по шкале измерений [–1, –0.5, 0, 0.5, 1].

Произвести ранжирование мероприятий и оценить их важность по каждому критерию оптимальности (относительно достижения цели) по шкале измерений [1–10], присвоив максимальный балл (10) более важному по критерию оптимальности мероприятию.

В меню «решение» ввести поочередно индивидуальные предпочтения (оценки) четырех экспертов и получить результат группового ранжирования — согласованное мнение экспертов в виде дисперсионного коэффициента конкордации. Чем ближе этот коэффициент к единице, тем выше степень согласованности высказываний экспертов относительно важности мероприятий (альтернатив). Если коэффициент конкордации меньше 0,7, то работу следует переделать, сделав вывод относительно компетентности некоторых экспертов.

Сохранить результаты решения через меню «решение», если значение коэффициента конкордации больше или равно 0,7.

## **3. Написание и оформление отчета.**

Отчет о выполненной работе должен содержать:

- Краткое описание проблемной ситуации (ее новизна, причины возникновения, основные направления целеполагания для ее всестороннего исследования).
- Краткое описание хода работ по декомпозиции объекта исследования на элементарные составляющие с помощью модели «системной деятельности», метода «дерева целей» и различных моделей «основания - декомпозиции».

- Фрагмент формальной структуры «дерева целей» для конкретной исследуемой проблемной ситуации.
- Фрагмент материальной структуры «дерева целей» (пять уровней) для сформулированной глобальной цели решаемой задачи.
- Перечень мероприятий (все множество сгенерированных функций на 4 и 5 уровнях «дерева целей»), предлагаемых для решения поставленной задачи.
- Файл результатов работы программы Exocen (перечни экспертов, критериев, мероприятий; ранжированный вектор мероприятий; дисперсионный коэффициент конкордации).
- Выводы о результатах проведенного исследования проблемной ситуации, полученного решения и предложения по применению инструментов системной деятельности.

### Исходные данные для задачи

Таблица 3.14 — Варианты индивидуального задания

Номер варианта	Объекты исследования: Проблемная ситуация (ПС). Задача
1	<p><b>ПС:</b> Отсутствие механизма контроля над вывозом природных ресурсов за пределы области (города).</p> <p><b>Задача:</b> Разработать нормативно- правовую основу и технологию сбора информации о движении природных ресурсов (лес, нефть, газ, цвет. метал) за пределы области.</p>
2	<p><b>ПС:</b> Высокие потери водных и тепловых ресурсов, низкая эффективность работы коммунальных служб.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать план мероприятий по повышению эффективности работы коммунальных хозяйств города.</p>
3	<p><b>ПС:</b> Низкая эффективность и высокая стоимость обслуживания населения службами городского транспортного хозяйства.</p> <p><b>Задача:</b> Предложить программу работы транспортного хозяйства и механизмы ее реализации.</p>
4	<p><b>ПС:</b> Плохое качество питьевой воды, низкая эффективность работы очистных сооружений.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать нормативно-правовую базу и комплекс мероприятий охраны экологии региона и стимулы их выполнения для промышленных предприятий.</p>

5	<p><b>ПС:</b> Неудержимый рост стоимости новых квартир.</p> <p><b>Задача:</b> Предложить программу защиты населения и заинтересованного участия в долевом строительстве.</p>
6	<p><b>ПС:</b> Низкий материальный, культурный, социальный уровень населения страны.</p> <p><b>Задача:</b> Выявить причины и предложить программу экономического, идеологического и культурного преобразования в обществе по эффективному улучшению существующего положения и технологии ее реализации.</p>
7	<p><b>ПС:</b> Низкая эффективность работы правоохранительных органов.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать комплекс мероприятий, повышающий престиж профессии и результативность работы.</p>
8	<p><b>ПС:</b> Высокий процент безработицы, растущая социальная напряженность общества.</p> <p><b>Задача:</b> Предложить региональную программу борьбы с безработицей.</p>
9	<p><b>ПС:</b> Низкое качество медицинского обслуживания населения страны.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать программу мероприятий по улучшению качества медицинского обслуживания и снижению уровня заболеваемости населения.</p>
10	<p><b>ПС:</b> Низкий уровень физического развития современного человека в России.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать нормативные положения, план мероприятий по улучшению физической подготовки населения (школьников, студенчества, служащих).</p>
11	<p><b>ПС:</b> Низкая эффективность защиты программных продуктов и авторства.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать положения, мероприятия по защите прав собственности на программные продукты в России.</p>
12	<p><b>ПС:</b> Высокие потери электроэнергии и дефицит энергоносителей.</p> <p><b>Задача:</b> Сформировать основные направления программы по улучшению энергоснабжения и предложить механизмы ее реализации.</p>

13	<p><b>ПС:</b> Низкий уровень собираемости налогов в областной (городской) бюджет.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать нормативные и правовые мероприятия повышения эффективности собираемости налогов.</p>
14	<p><b>ПС:</b> Высокая загрязненность воздушного и водного бассейнов города.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать мероприятия по защите окружающей среды от вредных промышленных отходов.</p>
15	<p><b>ПС:</b> Низкий уровень и качество подготовки специалистов, невостребованность обществом навыков и умений молодых специалистов.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать программу совершенствования учебного процесса, экономического, идеологического и культурного преобразования в обществе по эффективному использованию молодых специалистов.</p>
16	<p><b>ПС:</b> Усиливающийся разрыв между уровнем жизни бедных и богатых.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать программы, поощряющие меценатство, спонсорство и другие виды финансовой поддержки общегосударственных проектов.</p>
17	<p><b>ПС:</b> Высокий уровень коррупции в органах государственного управления.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать программу совершенствования существующего законодательства и идеологических преобразований в обществе с целью снижения коррумпированности чиновников.</p>
18	<p><b>ПС:</b> Низкий уровень материального, технологического и кадрового обеспечения среднеобразовательных школ.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать основные направления общегосударственной программы «Усиленное внимание и помощь школам» и предложить механизмы ее реализации.</p>
19	<p><b>ПС:</b> Низкая эффективность защиты интеллектуальной собственности (информации).</p> <p><b>Задача:</b> Разработать положения и мероприятия по защите прав на интеллектуальную собственность в России.</p>



20	<p><b>ПС:</b> Низкий жизненный уровень студенчества в России.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать мероприятия по организации студенческих производственно-коммерческих структур производства товаров и услуг для населения.</p>
21	<p><b>ПС:</b> Низкая эффективность законодательской деятельности законодательных и исполнительных органов власти области (города).</p> <p><b>Задача:</b> Разработать программу повышения эффективности исполнения законов, принятых местными органами власти.</p>
22	<p><b>ПС:</b> Низкая эффективность и высокая стоимость предоставления пользователям информационно-коммуникационных услуг.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать программу повышения эффективности по оказанию услуг и обслуживания пользователей.</p>
23	<p><b>ПС:</b> Низкая эффективность и высокая стоимость предоставления услуг потребительского кредитования.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать программу повышения эффективности кредитных агентств по работе с клиентом и внедрению новых информационных технологий по кредитованию.</p>
24	<p><b>ПС:</b> Высокий уровень наркопотребления среди молодежи города.</p> <p><b>Задача:</b> Разработать программу мероприятий по снижению уровня потребления наркотических веществ и вреда от употребления.</p>

### 3.8. Лабораторная работа №2 «Исследование производственных систем с использованием аппарата производственных функций».

#### *Цель работы*

Выполнение лабораторной работы ориентировано на получение практических навыков использования математического аппарата при исследовании систем производственного типа. Специфическими особенностями такого исследования являются выявление и анализ количественных закономерностей поведения системы во времени. Теоретической базой выполнения лабораторной работы является раздел 6 учебника [1]. Работа выполняется с помощью программной среды Prognos и приложений Microsoft Office.

#### *Постановка задачи*

Рассматривается некоторое предприятие, производящее определенный вид продукции. Объемы производства, которого —  $y(x_1, x_2)$  зависят от двух факторов производства:  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$ .

$x_1$  — численность людей, занятых в производстве;

$x_2$  — фондовооруженность производства.

Руководство предприятия, проведя соответствующие маркетинговые исследования и оценив ситуацию на рынке, приняло решение — увеличить за пять следующих лет объем производства на 25%.

На основе ретроспективного анализа статистической выборки  $N=21$  (данные о производстве с 1986 по 2006 годы) необходимо определить степень достижимости поставленной цели. Определить количественную величину возможной проблемы при недостижимости планируемых результатов в следующие пять лет ( $N=22-26$ ), величину влияния каждого из факторов на объемы производства и, в случае необходимости, предложить комплекс производственно-технологических и экономических мероприятий по разрешению проблемы.

#### *Исходные данные для задачи*

Исходные данные для задачи находятся в папке с программой Prognos. Варианты задания представлены в файлах с именами aa01.txt, aa02.txt и т.п. Данные (aa01.txt — aa30.txt) в формате, пример, которого приведен в таблице 3.15.

Таблица 3.15 — Исходные данные варианта задания

N	T	$x_1$	$x_2$	$y(x_1, x_2)$
1	1986	730	760	18392
2	1985	831	750	19617
...	...	...	...	...
21	2006	1200	993	18030

### **Порядок выполнения работы**

#### **1. Анализ исходного состояния производства.**

• Выбрать файл своего варианта (Ваш списковый номер в группе) данных и через программу Prognos просмотреть и сохранить исходные данные. На основе имеющихся данных о производстве продукции за N лет, рассчитать следующие величины: темпы прироста производства, производительность труда, производительность капитала. Рассчитать показатели по формулам:

$$\Delta y_t = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}} \cdot 100\% ;$$

где  $\Delta y_t$  — темпы прироста объемов производства;

$y_t = f(x_i)$  — объем производства на текущую дату;

$P(t) = y_t / x_1(t)$  — производительность труда;

$K(t) = y_t / x_2(t)$  — производительность капитала.

Исходные и расчетные показатели свести в общую таблицу 3.16.

Таблица 3.16 — Анализ исходного состояния производства

N	T	$x_1$	$x_2$	$y(x_1, x_2)$	$\Delta y_t$ %	$K(t)$	$P(t)$
1	1986	8.00	15.00	116.00	0	7.73	14.50
2	1985	14.00	30.00	237.00	51.05	7.90	16.93
3	1986	22.00	56.00	383.00	38.12	6.84	17.41
...	...	...	...	...	...	...	...
21	2006	94.00	2217.00	9459.00	9.37	4.27	100.63

• На основе исходных данных и полученных расчетных данных в табл. 2 построить графики зависимостей:

1)  $x_1(t)$  — численности рабочих от времени;

2)  $x_2(t)$  — фондовооруженности от времени;

- 3)  $y(t)$  — объема производства от времени;
- 4)  $y(x_1)$  — объема производства от численности рабочих;
- 5)  $y(x_2)$  — объема производства от фондовооруженности;
- 6)  $x_2(x_1)$  — фондовооруженности от числа рабочих;
- 7)  $\Delta y_i(t)$  — темпов прироста объемов производства от времени;
- 8)  $P(t)$  — производительности труда от времени;
- 9)  $K(t)$  — производительности капитала от времени.

Объяснить наблюдаемые зависимости по графикам.

- Провести анализ сложившихся закономерностей и на основе полученных расчетных и графических данных, обобщив результаты, сделать общие выводы об исходном состоянии производства, его отдельных факторов, дать предварительное заключение о степени достижимости поставленной цели.

## 2. Определение структуры производственной функции.

Производственная функция — это регрессионная, экономико-математическая зависимость, которая выражает зависимость прямых результатов производства от совместного воздействия нескольких переменных, основных факторов-аргументов производства.

- Для определения формы уравнения производственной функции необходимо в декартовой системе координат графически изобразить временной ряд и методом визуального подбора определить тип кривой, наиболее точно аппроксимирующей наблюдаемый график.

- Необходимо визуально выдвинуть две гипотезы о наиболее вероятном уравнении производственной функции. В предлагаемой программе Prognos реализованы процедуры получения параметров линейных уравнений и функции Кобба–Дугласа. Поэтому, в случае необходимости, используя режим «показатели», привести исходную статистику к линейному виду.

Экономическое значение производственной функции заключается в том, что она показывает существование альтернативных возможностей получения заданного объема конечных продуктов при различных сочетаниях факторов производства (ресурсов). В программе реализованы: функция Кобба–Дугласа —  $y = qK^\alpha L^{1-\alpha}$  или  $y = a_0 x_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2}$  ;

линейная функция —  $y = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i x_i$  или  $y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2$  .

- С помощью программы Prognos, режим «регрессия» провести исследование регрессии функций и вычислить параметры  $(a_0, a_1, a_2)$  уравнений для линейной функции и функции Кобба-Дугласа, остаточную дисперсию, коэффициент множественной корреляции. Представить графики регрессии, вид уравнения регрессии, значения расчетных параметров, остаточную дисперсию, коэффициент множественной корреляции (степень связи результирующего показателя с факторами-аргументами).

На основе сравнительного статистического анализа полученных расчетных коэффициентов регрессионных моделей, выбрать наиболее адекватную производственную функцию, привести ее математическое выражение с числовыми значениями параметров  $(a_0, a_1, a_2)$ .

- Для построенной регрессионной модели необходимо статистически оценить полученные параметры и точность модели. По найденному уравнению производственной функции вычислить значение  $y(x_1, x_2)$  — регрессионное и относительную ошибку прогноза по последним пяти точкам временного ряда исходной выборки, используя величины рассогласований фактических объемов производства и расчетных значений по найденному аналитическому выражению, результаты свести в таблицу 3.17.

Таблица 3.17 — Расчет ошибки прогноза по выбранному уравнению

N	$x_1$	$x_2$	$y_{ft}$ факт.	$y_{rt}$ расч.	$\Delta y_{frit}$
17	73.00	1457.00	6290.27	6273.00	0.275
...	...	...	...	...	...
21	94.00	2217.00	9959.00	9457.33	5.04
					<i>Er</i>

Относительная ошибка прогноза:

$$Er = \frac{\sum_{t=1}^k |\Delta y_{frit}|}{k},$$

где  $k$  — количество периодов, используемых для ретроспективного прогноза (пять последних точек ряда).

$$\Delta y_{frit} = \frac{y_{ft} - y_{rt}}{y_{ft}} \cdot 100\% \text{ — рассогласование фактических и расчетных значений результирующей переменной в интервале } t.$$

### 3. Определение параметров трендовых моделей.

После нахождения вида зависимости результирующего показателя от факторов-аргументов, необходимо определить тенденции изменения выбранных факторов во времени. Для этого используют трендовые модели. Тренд — тенденция, траектория поведения объекта, выраженная в виде некоторой функции времени.

- Методом визуального подбора необходимо выдвинуть по две наиболее вероятные гипотезы относительно вида функций трендовых моделей  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$  для каждого фактора производства:

$x_1$  — численность людей, занятых в производстве;

$x_2$  — фондовооруженность производства.

- Выбор лучшего уравнения тренда для каждой переменной  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$  количественно обосновать на основе расчетов с помощью программы Prognos в режиме «прогноз — аппроксимация» по значениям дисперсии аппроксимации. Рассчитать значения параметров этих функций (коэффициентов при переменных) и представить аналитический вид трендовых моделей для каждого фактора производства. Дать интерпретацию параметров уравнения тренда. Привести график наилучшего уравнения тренда  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$  для каждого фактора производства.

Полученные уравнения позволят в дальнейшем сделать инерционный прогноз объема производства, при котором рассчитываются значения факторов-аргументов на прогнозируемый период, учитывая сложившиеся в прошлом закономерности изменения каждого из факторов.

### 4. Прогнозирование.

- Дать понятие инерционного и нормативного прогнозирования.
- С использованием программы Prognos, режим «прогноз–инерционный» для функций  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$  произвести расчеты инерционного прогноза по пяти плановым периодам (следующим с 22–26). Результаты отобразить на предыдущем графике наилучшего тренда для функций  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$ . Обратите внимание на правильность расчета величины —  $t$ . Для исходной выборки (с 1986 по 2006) интервал вычисляется по формуле:

$$t = (T - 1986) / 20, \text{ где}$$

$T$  — текущая дата (год, на который осуществляется инерционный прогноз);

$t$  — интервал изменения векторов  $x_1(t), x_2(t)$ .

- Рассчитать значения функции  $y_t = f(x_1, x_2)$  в этих пяти плановых периодах на основе полученного ранее математического выражения производственной функции и уравнения тренда для каждого фактора-аргумента. Результаты расчетов представить в таблице 3.18

Таблица 3.18 — Инерционный прогноз объема производства

N	T	$t$	$x_1(t)$	$x_2(t)$	$y_{it}(x_1, x_2)$ инерц.
22	2007				
...	...	...	...	...	...
26	2011				

### 5. Анализ проблемной ситуации.

- Чтобы сделать вывод о количественной величине проблемной ситуации необходимо представить и проанализировать графики инерционного и нормативного прогнозов объема производства, для наглядности наложив оба графика на один.

- Выполнить анализ рассогласования значений производственной функции  $y = f(x_1, x_2)$  двух видов прогноза по пяти плановым периодам (22–26). Значения нормативного прогноза исчислять от величины объема производства последнего года статистической выборки, увеличивая на 5% объем производства на каждый следующий год из пяти плановых. Коэффициент рассогласования (в %) рассчитать по формуле:

$$R_y = \frac{y_n - y_i}{y_n} \cdot 100\%, \text{ где}$$

$y_n$  — значение при нормативном прогнозе;

$y_i$  — значение при инерционном прогнозе.

- Все расчеты свести в таблицу 3.19. Сделать обоснованные выводы о наличии и величине проблемной ситуации, о состоянии системы, о возможности достигнуть за пять лет директивных показателей производства.

Таблица 3.19 — Оценивание проблемной ситуации

N	T	$y_n$	$y_i$	$R_y$
22	2007			

...	...	...	...	...
26	2011			

### 6. Определение и анализ характеристик производственной функции.

- **Предельная эффективность использования ресурсов.**

Определить аналитическое выражение предельной эффективности ресурсов, произвести расчет значений  $\beta_i$  для каждого ресурса по пяти точкам инерционного прогноза, построить графики изменения  $\beta_i(t)$ ,  $i = \overline{1,2}$  во времени. Сравнить тенденции изменения этих показателей и сделать выводы о степени влияния каждого ресурса на объем производства.

- **Эластичность выпуска по ресурсам.**

Определить математическое выражение эластичности выпуска по ресурсам, рассчитать эластичность выпуска по каждому из ресурсов по пяти точкам инерционного прогноза  $E_i(x)$ ,  $i = \overline{1,2}$ , и эластичность производства, представить результаты в таблице 3.20. Построить графики изменения  $E_i(t)$ ,  $i = \overline{1,2}$  в точках прогноза, исследовав закономерности изменения этих показателей сделать вывод о предпочтительности использования каждого из ресурсов для расширения масштабов производства.

Таблица 3.20 — Эластичность производства

$T$	$x_1(t)$	$x_2(t)$	$E_1(x)$	$E_2(x)$	$E(x)$
2007					
...					
2011					

- **Предельная норма замещения ресурсов.**

Определить математическое выражение предельной нормы замены ресурсов, произвести расчеты значений  $\gamma_{ij}$ ,  $\gamma_{ji}$  по этим уравнениям для каждого ресурса, сделать выводы о предпочтительности замещения каждого из ресурсов другим для успешного процесса производства.



- **Изокванта и изокоста.**

Построить уравнения изоквант по пяти точкам прогноза, приняв в качестве численных значений объема выпуска —  $y$  их директивные значения  $y_{nt}(x)$ , а в качестве ресурса —  $x_1$  значения по пяти точкам инерционного прогноза  $x_1(t)$ , при этом отсортировав их по возрастанию. Данные свести в таблицу 3.21.

Таблица 3.21 — Исследование графика изоквант

N	$t$	$y_{nt}(x)$ норм.	$x_1(t)$ инерц.	$x_2 = f(x_1, y)$
22				
...				
26				

Проанализировать графики изоквант и сделать вывод о том, которая из них соответствует большему объему выпуска. Где пройдет изокоста минимальных затрат и каково при этом оптимальное соотношение ресурсов  $x_1$  и  $x_2$  для получения директивно заданных объемов производства, исходя из соотношения стоимости ресурсов как 2:3.

Используя уравнения прямой, изокосты, изокванты, производственной функции решить систему уравнений и определить величину минимальных затрат и величины оптимального соотношения ресурсов для получения директивного объема производства.

Результаты отобразить на совмещенном графике изокванты и изокосты, отметив оптимальную точку.

### 7. Выводы и предложения.

Необходимо сделать обобщенные выводы по результатам проведенного исследования производственной системы, изложить ваши рекомендации по изменению политики руководства и реорганизации производства, предложить мероприятия по ликвидации проблемной ситуации.

### 8. Написание и оформление отчета.

- Отчет написать в строгом соответствии с разделом «**порядок выполнения работы**», отобразить все расчетные формулы и порядок вычислений, давая объяснения полученным результатам по ходу выполнения работы.

- Все расчетные показатели представить в предложенных таблицах, графики построить в среде программы Prognos, при сбоях или

затруднениях в работе с программой, графики можно строить в приложениях Microsoft Office Excel, Word; и MathCad; Maple.

- Отчет написать и оформить в Word — документе, переместив в него все графики составленные и расчеты произведенные в других приложениях.

### **3.9. Лабораторная работа №3 «Планирование и управление проектом».**

#### ***Цель работы***

Получить и закрепить знания по информационным технологиям и инструментальным средствам планирования и управления проектом любого типа, способам разработки моделей проекта, методам оптимизации вариантов его реализации.

Изучить программные средства (Time Line, MS Project) поддержки управления проектом, основные функциональные возможности которых изложены в учебно-методических пособиях [4,5], выполнить анализ с отслеживанием основных параметров проекта и получить навыки работы в программной среде.

Получить и применить практические навыки по использованию программных средств планирования и управления проектом при решении реальных задач в различных предметных областях.

#### ***Порядок работы***

Каждому студенту рекомендуется выполнить лабораторную работу по одному из предлагаемых вариантов:

1) Решить задачу календарного планирования работ заготовительного участка. Для разработки плана реализации проекта в программной среде Time Line необходимо сначала выполнить задания помеченные символом ☺ в учебно-методическом пособии [4].

Исходные данные для вариантного решения задачи приведены в таблицах 3.22–3.24, этапы работы подробно изложены в разделе 5 пособия [4, с.66–73].

2) Решить задачу планирования и управления проектом в определенной предметной области. Темы для разработки вариантов плана реализации проекта представлены в таблице 3.25. Каждый студент по списковому варианту должен:

- Выполнить содержательную постановку задачи.
- Сгенерировать исходные данные для задачи.

- Разработать вариант плана реализации проекта.

Пример содержательной постановки задачи и исходных данных для ее решения представлен в приложении и таблицах 3.26–3.28.

Порядок выполнения работы в инструментальной среде MS Project изложен в разделе 5.2.3 учебно-методического пособия [5].

### *Исходные данные*

Таблица 3.22 — Варианты индивидуального задания

Номер варианта	Вид изделия – i	Календарный год	
		Количество интервалов планирования j	Число месяцев в интервале планирования S
1	1,2,5,17	2	6
2	2,3,4,15	3	4
3	1,4,11,12,	4	3
4	1,16,17,19	2	6
5	3,5,6,12	3	4
6	7,8,16,27	4	3
7	2,10,21,26	2	6
8	6,13,16,22	3	4
9	11,14,15,27	4	3
10	3,10,21,22	2	6
11	7,14,23,24	3	4
12	12,23,24,27	4	3
13	1,17,18,20	2	6
14	8,9,18,19	3	4
15	4,5,6,12	4	3
16	2,16,21,24	2	6
17	9,10,19,20	3	4
18	12,13,24,25	4	3
19	3,17,19,20	2	6
20	10,12,20,21	3	4
21	9,15,25,27	4	3
22	1,18,21,22	2	6
23	13,17,23,24	3	4
24	11,13,20,23	4	3
25	2,3,16,15	2	6
26	14,18,23,25	3	4
27	6,15,25,26	4	3

28	1,3,18,27	2	6
29	15,21,25,26	3	4
30	3,6,14,16	4	3

Таблица 3.23 — Характеристика изделий

Вид изделия – i	Величина спроса изделия – i в интервале – j (V <sub>ij</sub> =S×const) [шт.]				Время обработки единицы изделия – i на оборудовании – l [дн.]					Величина начального запаса изд. [шт.]
	1	2	3	4	А	Б	С	Д	Е	
1	S×6	S×2	S×4	S×1	7	3				1
2	S×5	S×3	S×3	S×2		5	3			2
3	S×4	S×4	S×2	S×3			4	2		3
4	S×3	S×4	S×2	S×4				3	1	0
5	S×6	S×3	S×3	S×1		5			2	3
6	S×5	S×2	S×4	S×2		4	3			2
7	S×4	S×2	S×4	S×3	6		4			1
8	S×3	S×3	S×3	S×4			4	2	1	2
9	S×6	S×4	S×2	S×1	7		3		1	3
10	S×5	S×4	S×2	S×2		4		2		0
11	S×4	S×3	S×3	S×3		5		3		2
12	S×3	S×5	S×4	S×4	5			2		5
13	S×6	S×2	S×4	S×1				3	2	1
14	S×5	S×3	S×3	S×2				2	1	2
15	S×4	S×4	S×2	S×3	6	3				0
16	S×3	S×4	S×2	S×4		4		3		1
17	S×6	S×2	S×3	S×1			4		2	4
18	S×5	S×3	S×4	S×2			4	2		3
19	S×4	S×3	S×4	S×3					2	2
20	S×3	S×4	S×3	S×4				3	1	0
21	S×6	S×2	S×2	S×1		4		2		1
22	S×5	S×2	S×2	S×2		5				2
23	S×4	S×3	S×3	S×3			3	3		1
24	S×3	S×4	S×4	S×4	8			2		3
25	S×6	S×3	S×4	S×1	5					2
26	S×5	S×4	S×3	S×2					2	1
27	S×4	S×5	S×2	S×3		4			1	0

Таблица 3.24 — Характеристика взаимозаменяемого оборудования

Вид оборудования -1	Затраты единицы ресурса			Мощность оборудования [дн./мес.]	Пл.фонд времени в интервале j [дн.] $R_{jl}=S \times \text{const}$
	Начальная стоимость [руб./шт.]	Стоимость работы [руб./день]	Стоимость простоя [руб./день]		
А	3000	40	8	16	$S \times 16$
Б	4500	60	10	18	$S \times 18$
С	5000	80	12	20	$S \times 20$
Д	7000	100	18	22	$S \times 22$
Е	9000	150	25	24	$S \times 24$

### ***Написание и оформление отчета***

Отчет о выполненной работе должен содержать:

1. Постановку задачи и исходные данные.
2. Краткое описание работ по этапам разработки проекта:
  - WBS — структуру проекта,
  - сетевую модель последовательности выполнения работ,
  - ресурсную модель проекта,
  - базовую модель (вариант плана) проекта,
  - наилучший вариант плана осуществления проекта,
  - результаты контроля (отслеживание) проекта.
3. Файл с исходным базовым планом.
4. Файл, сохраненный с наилучшим вариантом созданного расписания, и варианта реализации проекта с атрибутами электронной таблицы представления Гантта.
5. Объяснения финансового состояния проекта и результатов проведенного трэкинга.
6. Выводы и предложения по критериям оптимизации принятого плана.

Таблица 3.25 — Перечень задач для разработки проекта

n/n варианта	Наименование проекта (разрабатываемая предметная область)
1	Создание и начало нового бизнес–предприятия
2	Строительство офисного здания
3	Проектирование зданий
4	Разработка и освоение нового продукта
5	Развертывание инфраструктуры программного обеспечения
6	Развертывание MS Office 2003
7	Развертывание MS Office Excel
8	Развертывание MS Project 2003
9	Развертывание MS Windows XP
10	Развертывание службы администрирования серверов (баз данных, локальной сети, глобальной сети, Web-сервера)
11	Развертывание серверных операционных систем (MS Windows Server 2003 или других)
12	Разработка приложений на основе MathCAD или в другой программной среде
13	Разработка приложений на основе Maple или в любой программной среде
14	Разработка программного обеспечения
15	Внедрение программного обеспечения
16	Создание проектного отдела
17	Строительство жилого дома
18	Строительство торгового дома
19	Переезд жилого дома
20	Переезд офиса
21	Разработка темы дипломного проекта или НИРС
22	Создание собственного предприятия
23	Любая другая задача (хорошо известная предметная область места работы)

### **3.10. Письменные контрольные работы**

#### **3.10.1 Математические модели формирования производственной программы**

##### ***Вариант 1***

Пищекомбинат специализируется на производстве двух видов продукции: печенье и вафли. По каждому из видов известен ассортимент выпуска, который различается как по себестоимости, так и по рыночной цене. Контрольная цифра на суммарный объем продаж (выпуска) по комбинату определена. Комбинат имеет развитую сеть региональных филиалов по оптовой реализации продукции. Спрос на каждый вид продукции по каждому региону в целом, а также в ассортиментном разрезе известен и превышает возможности комбината. Руководство комбината заинтересовано в развитии филиальной сети — устанавливает минимально допустимые объемы поставок продукции в каждый из регионов. Транспортные издержки по доставке продукции в филиалы известны. Производственные мощности комбината состоят из трех автоматических линий, две из которых специализируются на производстве вафель и одна — на производстве печенья, трудоемкость изготовления каждого вида продукции на каждой из линий задана.

Оборотные средства на приобретение сырья и материалов не ограничены. Для соблюдения необходимого уровня рентабельности и решения социальных вопросов фонд материального поощрения сотрудников устанавливается (задается) директивно.

Требуется сформировать:

- производственную программу работы комбината;
- план поставок продукции в натуральном и стоимостном выражении в каждом из филиалов.

##### ***Вариант 2***

Кондитерская фабрика «Лакомка» выпускает  $m$  видов продукции, при этом спрос на продукцию ограничен. Для каждого вида продукции используется  $n$  видов ингредиентов. Норма расхода каждого из ингредиентов для получения единицы продукции считается заданной. Запасы ингредиентов ограничены. Продукция может выпускаться на  $l$  автоматических взаимозаменяемых линиях, мощности каждой из линий ограничены, заданы также нормативная трудоемкость выпуска единицы продукции и себестоимость выпуска на каждой из линий.

Первоначальные расчеты показали, что начальных мощностей фабрики недостаточно для удовлетворения спроса и было принято решение о расширении производства.

$S$  — объем инвестиций, планируемых для расширения производства. Объемы инвестиций, необходимые для увеличения единицы мощности автоматической линии считаются заданными.

Требуется сформировать производственную программу фабрики с учетом возможных вариантов развития производственных мощностей.

### **Вариант 3**

Спичечная фабрика выпускает  $m$  видов продукции. Спрос на продукцию не определен, поэтому первоначально она попадает на склад готовой продукции. Мощности склада ограничены, известны габариты упаковки единицы каждого вида продукции. Во времена пониженного спроса на продукцию фабрика, установив минимальный суммарный объем продаж, вынуждена уменьшать выпуск и сдавать свободные площади в аренду. Определены параметры дохода от продаж каждого вида продукции и сдачи единицы площади в аренду. Для производства единицы продукции используются  $n$  видов ингредиентов, норма расхода каждого из ингредиентов для получения единицы продукции считается заданной. Запасы ингредиентов ограничены.

Требуется сформировать производственную программу работы фабрики с учетом вариантов сдачи в аренду складских помещений.

## **3.10.2 Математическая модель развития и размещения производства**

### **Вариант 1**

Некоторый район в заданный промежуток времени должен быть обеспечен однородным конечным продуктом в объеме  $N$  штук. Располагая сырьевой базой, руководство решило наладить производство этого продукта, для чего планируется построить два предприятия ( $k = 1, 2$ ). Район располагает ограниченными финансовыми ресурсами в объеме  $S$  условных единиц. Проектные затраты на создание одной единицы производственной мощности заданы. Себестоимость (затраты) выпуска на каждом предприятии будет зависеть от объема производства. Для изготовления продукции используются два основных вида сырья, при этом первый вид сырья можно добывать в пунктах  $A_i, i = \overline{1, 4}$ , а второй — в пунктах  $B_j, j = \overline{1, 3}$ . Затраты на добычу еди-



ницы сырья и транспортировку его из каждого источника к каждому из заводов заданы и не зависят от объемов добычи. Известно также, что для производства единицы конечного продукта на каждом из заводов используется  $a_k$  единиц сырья первого вида и  $b_k$  единиц сырья второго вида. Реализация продукта в регионе осуществляется через коммерческие базы  $p = \overline{1, 4}$ . При этом пропускные способности этих баз ограничены величинами  $R_p$ . Считаются заданными и транспортные расходы по доставке продукции с каждого завода до каждой коммерческой базы.

Требуется: определить проектные мощности заводов по производству конечного продукта, объекты добычи сырья на каждой из фабрик, транспортные схемы доставки сырья и готовой продукции от источников до потребителей.

### **Вариант 2**

Рассматривается некоторый административный район, состоящий из  $n = 5$  населенных пунктов. Перед администрацией района стоит задача максимально удовлетворить потребности населения в продукте питания первой необходимости. Величины этих потребностей для каждого из населенных пунктов считаются заданными. В районе имеются два комбината, производящие этот продукт питания. Себестоимость производства продукции на каждом комбинате известна и зависит от его мощности. Известны также начальные мощности этих комбинатов —  $M_i$ , которых явно не хватает для удовлетворения потребностей населения района. По технологии производства продукта питания требуется два вида сырья. При этом для производства единицы продукции используется  $a$  единиц сырья первого типа и  $b$  единиц сырья второго типа. Мощности сырьевой базы ограничены величинами  $N_a$  и  $N_b$ . Сырье хранится на одной базе. Транспортные затраты на доставку сырья к комбинатам заданы.

Требуется: определить дополнительные мощности комбинатов, транспортные схемы доставки сырья и готовой продукции от источников до потребителей.

### **Вариант 3**

Администрация района приняла решение по разработке торфяных болот с целью удовлетворения потребностей сельского хозяйства в органических удобрениях, планируя построить на болотах заводы по

производству торфяных гранул. Объем инвестиций, выделенных для этих целей, составляет  $S$  единиц. При этом предполагается, что торф, как органическое удобрение, может использоваться как в натуральном виде, так и в гранулах. Для производства одной единицы гранул требуется  $k$  единиц торфа. Кроме того, считаются заданными (известными):

- потребности административно-территориальных образований региона в органических удобрениях;
- запасы торфа на болотах;
- себестоимость выпуска продукции на каждом заводе, заданная в виде функции, зависящей от проектной мощности;
- транспортные затраты по доставке исходного сырья (торфа);
- транспортные затраты по доставке гранул;
- объемы инвестиций для добычи одной единицы торфа;
- объемы инвестиций для получения одной единицы гранулированного торфа.

Требуется: определить объемы добычи торфа, производственные мощности заводов по их переработке, транспортные схемы доставки торфа и торфяных гранул до потребителей.

## ПРИЛОЖЕНИЕ — Управление проектом

### *Постановка задачи (пример для варианта 2)*

Необходимо разработать проект по строительству нового двухэтажного здания под офис. Для организации работ по планированию и управлению проектом нужно использовать компьютерную программу. Для разработки плана и выполнения всех подготовительных, строительных работ по проекту и сдачи объекта под ключ отводится 10 месяцев календарного времени. За первые пять месяцев работы по плану нужно выполнить не менее 60% от общего объема работ. Использовать ресурсы в количестве не более их наличной величины, не допуская ресурсного конфликта между задачами, одновременно использующими один и тот же ресурс. Использовать стандартный календарь для ресурсов, при котором общая доступность ресурса составляет 100%. Внеплановые задержки по задачам наказываются штрафными санкциями – 50 руб./час. Сверхурочные работы дополнительно оплачиваются. Работы могут иметь параллельно-последовательное исполнение. Проект нужно сдать в срок, общая стоимость проекта должна быть минимальной. Исходные данные для выполнения задания приведены в таблицах 3.26–3.28.

Таблица 3.26 — Характеристика задач проекта

Наименование задач (работ по проекту)	Длительность [дн]	Предшествование N
<b>1. Начало - офисное здание</b>	201	
<b>2. Общие условия</b>	9	
3. Подписание контракта	3	
4. Предоставление проектной документации	4	3
5. Подготовка графика затрат	2	4
6. Получение разрешений на строительство	4	3
<b>7. Долговременное снабжение</b>	<b>70</b>	
8. Рабочие чертежи, заказ – металлоконструкции	10	6
9. Рабочие чертежи, заказ – кровельн. материалы	10	5;6
10. Изготовление и доставка металлоконструкций	60	8;9
<b>11. Начало работ на участке11</b>	<b>5</b>	
12. Установка времен. источника электроэнергии	2	3
13. Подготовка к профилированию участка	3	12
<b>14. Профилирование участка и коммуникаций</b>	<b>18</b>	

15. Расчистка участка	3	13
16. Прокладка наружного пожарного водопровода	10	15
17. Окончательное профилирование участка	10	16кк+1д;15
18. Установка обноски здания и разметка	5	16;17
<b>19. Фундамент</b>	<b>25</b>	
20. Выемка грунта под фундамент	10	18
21. Формовка фундаментов под опоры	4	20
22. Прокладка электрооборудования в лифте	4	20
23. Формовка стен шахты лифта, фундамента	4	21;22
24. Бетонирование фундаментов под опоры	5	23
25. Бетонирование стен шахты лифта	1	24
26. Бетонирование пола шахты лифта	1	25
<b>27. Монтаж металлических конструкций</b>	<b>25</b>	
28. Монтаж метал. опор и балок этажей, крыша	10	26
29. Монтаж лестниц и металлических ограждений	10	28
30. Подкрашивание металлоконструкций	5	29
<b>31. Бетонирование - межэтажные перекрытия</b>	<b>30</b>	
32. Формовка 2-го этажа, включая все проемы	5	28
33. Монтаж арматуры и прокладка инженер. сетей	5	32
34. Бетонирование перекрытия 2-го этажа	4	33
35. Формовка плиты крыши, включая все проемы	5	34нн;33
36. Бетонирование плиты крыши	4	35;34
37. Прокладка электропроводки	5	36
38. Прокладка труб	5	30;35
<b>39. Плотничные работы</b>	<b>15</b>	
40. Наружная обшивка и монтаж стоек	15	35;34
<b>41. Камнеукладочные работы</b>	<b>30</b>	
42. Прокладка труб в каменных стенах	20	38
43. Каменная кладка внутри здания	20	28
44. Монтаж водостоков на крыше	2	43
45. Кладка плитки	10	42
<b>46. Кровельные работы</b>	<b>7</b>	
47. Укладка легкобетонной заливной кровли	2	44
48. Укладка бесшовного кровельного материала	5	47кн+5д
<b>49. Витрина и ограждения магазина</b>	<b>50</b>	
50. Монтаж конструкций витрины	25	43
51. Установка внутренних стен и перегородок	25	50
52. Установка вх. двери и оборудования магазина	15	43
<b>53. Отделка здания</b>	<b>40</b>	
54. Покраска стен и деревянных деталей	20	52
55. Монтаж каркаса для подвесных потолков	10	51

56. Оклейка обоев	10	55
57. Настил коврового покрытия	20	54
<b>58. Лифты</b>	<b>30</b>	
59. Монтаж лифтового оборудования в шахтах	20	43
60. Монтаж оборудования в машинном отделении	10	59
<b>61. Водопровод</b>	<b>45</b>	
62. Прокладка водопроводных труб в стенах	20	48
63. Монтаж водопроводной арматуры и кранов	15	45;62
64. Проверка и очистка труб и арматуры	10	63
<b>65. Электрооборудование</b>	<b>45</b>	
66. Прокладка электропроводки в камен. стенах	20	37;38;40
67. Прокладка кабеля и установ. трансформаторов	15	66
68. Монтаж и заземление электрич. оборудования	15	67кк;66
69. Монтаж осветительного оборудования	10	67;68
<b>70. Отопление, вентиляция и кондициониров.</b>	<b>30</b>	
71. Монтаж оборудования в машинном отделении	10	69
72. Монтаж оборудования в каменных стенах	20	71
73. Монтаж арматуры отопления, кондиц. и вент.	20	71
<b>74. Окончательная уборка и въезд</b>	<b>5</b>	
75. Удаление строит. мусора из здания, уборка	4	57;56;72;73
76. Дата сдачи объекта в эксплуатацию	1	60;64;75
<b>77. Завершение окончательной инспекции</b>	<b>4</b>	
78. Проведение архитектурной инспекции	1	76
79. Проведение пожарной инспекции	1	78
80. Акт приемки здания в эксплуатацию, оплата	2	79

Таблица 3.27 — Характеристика ресурсов

Код	Название исполнителя	Тип	Ставка руб/час	
			станд.	сверхур.
РП	1. Руководство проектом	Р	100	120
ОС	2. Отдел снабжения	Р	80	90
ОП	3. Отдел планирования	Р	70	80
Б	4. Бухгалтерия	Р	60	70
ОК	5. Отдел контроля	Р	60	70
БГ	6. Бригада геодезическ изысканий	Р	50	60
БС	7. Бригада столярно-плотничных работ	Р	50	60
БЧ	8. Бригада чернорабочих	Р	40	60
ББ	9. Бригада бетоноукладчиков	Р	60	70
БО	10. Бригада отделочных работ	Р	50	60

ПУ	11. Подрядчик на профилирование участка	Р	60	70
ВК	12. Подрядчик водопроводно-канализационной сети	Р	60	70
ПЭ	13. Подрядчик на работы по электрификации	Р	60	70
ПВ	14. Подрядчик систем вентиляции и кондициониров.	Р	60	70
ПЛ	15. Подрядчик на монтаж лифтового оборудования	Р	60	70
ПМ	16. Подрядчик на монтаж металлоконструкций	Р	70	80
ПС	17. Подрядчик на возведение внутренних стен	Р	70	80
ПК	18. Подрядчик на работы по каменной кладке	Р	70	80
КП	19. Подрядчик на кладку плитки	Р	60	70
ПР	20. Подрядчик на кровельн работы	Р	60	70
ПО	21. Подрядчик на установку окон	Р	50	60
ПП	22. Подрядчик на настил коврового покрытия	Р	50	60
МР	23. Подрядчик на малярные работы	Р	40	60

Таблица 3.28 — Характеристика трудовых затрат (объем работы [человеко-часов] для решения задачи)

Ресурс (объем)	Задачи номер из табл.1	Доступность [%]	Трудовые затраты [чел-час]
1. Руководство проектом 200	3, 4, 5, 6, 8, 9, 78, 79, 80	100,25,100, 50, 50, 50, 50, 50, 100	24, 64, 16, 40, 8, 8, 12, 12, 16
2. Отдел снабжения 16	6	50	16
3. Отдел планирования 32	4	100	32
4. Бухгалтерия 16	5 80	100, 30	8, 8
5. Отдел контроля 16	76, 78, 79	100, 50, 50	8, 4, 4,
6. Бригада геодезических изысканий 64	13, 18	100, 100	24, 40
7. Бригада столярно-	21, 23,	100, 100,	32, 32,

плотничных работ 144	32, 35	100, 50	40, 40
8. Бригада чернорабочих 72	32, 33, 35, 75	20, 30, 20, 100	8, 16, 16, 32
9. Бригада бетоноукладчи- ков 128	24, 25, 26, 34, 36	100	48, 8, 8, 32, 32
10. Бригада отделочных работ 320	55, 52, 50	100	80, 120, 120
11. Подрядчик на профили- рование участка 144	15, 17, 20	100	24, 80, 40
12. Подрядчик водопроводно- канализационной сети 804	16, 22, 33, 38, 42, 62, 63, 64	100, 100, 30, 100, 60, 100, 100, 100	80, 32, 132, 40, 160, 160, 120, 80
13. Подрядчик на работы по электрификации 700	12, 22, 33, 37, 66, 67, 68, 69	100, 100, 30, 100, 100, 100, 100, 100	16, 32, 132, 40, 160, 120, 120, 80
14. Подрядчик систем венти- ляции и кондициониро- вания 400	71, 72, 73	100	80, 160, 160
15. Подрядчик на монтаж лифтового оборудования 240	59, 60	100	160, 80
16. Подрядчик на монтаж металлоконструкций 420	10, 28, 29, 30	50, 100, 75, 50	240, 80, 60, 40
17. Подрядчик на возведение внутренних стен 400	40, 51, 55	100	120, 200, 80
18. Подрядчик на работы по каменной кладке 200	42	100	200
19. Подрядчик на кладку плитки 120	45	100	120
20. Подрядчик на кровельные работы 88	44, 47, 48	100, 100, 50	16, 32, 40
21. Подрядчик на установку окон 320	50, 52	100	200, 120
22. Подрядчик на настил ков- рового покрытия 160	57	100	160
23. Подрядчик на малярные работы 360	54, 56	100, 50	160, 200

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### а) основная:

1. Ехлаков Ю.П. Теоретические основы автоматизированного управления. Учебник. — Томск: ТУСУР, 2001. — 337 с. . (30экз)
2. Ехлаков Ю.П., Ходжаев Г.А. «Исследование систем управления», Учебник, М. Изд-во МГГУ, 2001г. (30экз.)
3. Ехлаков Ю.П., Яворский В.В. Теоретические основы компьютерных систем обработки информации и управления. Учебник, — Караганда: Изд-во КарГТУ, 2005. — 394 с. (15экз.)
4. Рыбалова Е.А. Теоретические основы автоматизированного управления: Учебное методическое пособие, — Томск: Изд-во ТМЦДО, 2002. — 107 с.
5. Рыбалова Е.А. Исследования социально-экономических и политических процессов: Учебное методическое пособие в 2-х частях, — Ч.1.— Томск: Изд-во ТМЦДО, 2005. — 266 с.

### б) дополнительная:

6. Евланов Л.Г. Теория и практика принятия решений. — М.: Экономика, 1984 (4экз.)
7. Лотов А.В. Введение в экономико-математическое моделирование. — М. Наука, 1984.(4 экз.)
8. Бункин В.А. и др. Справочник по оптимизационным задачам в АСУ, — Л., 1984 (4 экз.)
9. Калянов Г.Н. Консалтинг при автоматизации предприятий. Научно-практ. издание. Серия «Информатизация России на пороге XXI века». — М.: СИНЕГ, 1997 (9экз.)
10. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем. Учебник, — М.: Финансы и статистика, 2000 (4 экз.).
11. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник для высших и средних спец.учебных заведений, — М.: ИВЦ «Маркетинг», 2001г. (2экз.), 2002г. (1экз.).
12. Перегудов Ф.И., Тарасенко В.Ф. Основы системного анализа. Учебное пособие для студентов вузов, — Томск: Изд-во НТЛ, 1997 (100экз.).