

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Томский государственный университет систем  
управления и радиотехники» (ТУСУР)

**Теоретические основы автоматизированного управления (ГПО-1)**  
Методические указания по выполнению практических работ и заданий  
самостоятельной подготовки для студентов ВУЗа

Томск  
2018

РАССМОТРЕНО И УТВЕРЖДЕНО на заседании кафедры экономической математики, информатики и статистики факультета вычислительных систем ТУСУР.

Протокол № 10 от «23» апреля 2018 г.

Методические указания направлены на овладение теоретическими и практическими вопросами создания автоматизированных систем управления на предприятиях.

Составитель:

старший преподаватель кафедры ЭМИС Матолыгин А.А.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Цели и задачи дисциплины .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Цели дисциплины .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Задачи дисциплины .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Требования к результатам освоения дисциплины .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Практическая работа №1 «Системный анализ объекта управления» .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Практическая работа №2 «Разработка базовых стратегий развития организации» .....</b>	<b>5</b>
<b>5. Практическая работа №3 «Определение нормативного множества автоматизированных информационных технологий управления» .....</b>	<b>6</b>
<b>6. Практическая работа №4 «Разработка логистических моделей производственного процесса».....</b>	<b>7</b>
<b>7. Практическая работа №5 «Разработка продуктовой стратегии организации».....</b>	<b>7</b>
<b>8. Практическая работа №6 «Решение общей задачи календарного планирования» .....</b>	<b>8</b>
<b>9. Практическая работа №7 «Решение сложных проблем методом экспертных оценок» .....</b>	<b>10</b>

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Формирование знаний, умений и навыков решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Формирование знаний, умений и навыков обоснования принимаемых проектных решений, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

### 1.2. Задачи дисциплины

Научить студентов применять теоретические знания и практический опыт по основным направлениям проектирования АСУ

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

– ПК-3 Способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** - основы теории управления принципы создания и внедрения АСУ; - основы системного анализа и синтеза систем управления; - этапы проектирования; - состав технической документации; - основы макроэкономического моделирования; - методы и модели принятия решений в АСУ; - принципы построения и реализации информационных систем обеспечения решений; - методики определения социальной и экономической эффективности.

– **уметь** - использовать системный анализ и математические методы при постановке и алгоритмизации задач АСУ; - проектировать состав и структуру функциональных и обеспечивающих подсистем; - разрабатывать с применением методов структурного программирования прикладное программное обеспечение; - создавать техническую документацию на комплексы задач АСУ.

– **владеть** - методами системного анализа при постановке и алгоритмизации задач АСУ; - методами проектирования систем; - методами формирования состава и структуры функциональных и обеспечивающих подсистем; - методами разработки систем с применением методов структурного программирования; - прикладным программным обеспечением создания технической документации на комплексы задач АСУ.

## 3. Практическая работа №1 «Системный анализ объекта управления»

Цель работы: закрепление теоретических знаний и получение практических навыков по проведению анализа и синтеза объекта исследования.

Для выполнения задания необходимо освоить следующие теоретические вопросы:

- роль и место автоматизации организационного управления в новых условиях хозяйствования;
- анализ эффективности использования АСУ;
- основные направления развития теории и практики проектирования;
- основные понятия и определения системы, среды, цели, проблемы, функций, структур, ресурсов;
- модели описания сложных систем: модели "черного ящика", состава,

- структуры;
- математические модели систем;
- основные этапы системной деятельности, алгоритмы анализа и синтеза системы;
- функциональные характеристики сложных систем: эффективность, надежность, качество управления, помехозащищенность, устойчивость, сложность.

Теоретический материал представлен 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

№ п/п	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

Создать отчет по практической работе с выводами.

#### 4. Практическая работа №2 «Разработка базовых стратегий развития организации»

Цель работы: закрепление знаний и умений по разработке 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 [1].

Основные этапы выполнения задания

1. Определение Миссии «организации»

На основе содержательной модели взаимодействия системы с внешней средой определить и описать Миссию «организации»: пред-назначение, 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 4.1.

Таблица 4.1 — Цели организации

№ п/п	Цели развития	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 виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2 — Оценивание стратегий

Стратегия	Критерии оценивания				
	а	б	в	г	...

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 виде таблицы.

Создать отчет по практической работе с выводами.

### 5. Практическая работа №3 «Определение нормативного множества автоматизированных информационных технологий управления»

Цель работы: 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.

Создать отчет по практической работе с выводами.

## **6. Практическая работа №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.

Создать отчет по практической работе с выводами.

## **7. Практическая работа №5 «Разработка продуктовой стратегии организации»**

Цель работы: закрепление приобретенных знаний из теоретического материала по разработке продуктовой стратегии организации.

В качестве теоретического материала следует использовать главы 2, 4, 7 учебника [1].

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 виде таблицы.

2. Выбор и обоснование маркетинговой стратегии по основным конечным продуктам

На основании рекомендации раздела 2.1 учебника [1] выбрать и обосновать стратегию продвижения на рынок продукции организации. Предложить план мероприятий по реализации выбранной стратегии. Результаты представить в виде таблицы.

3. Разработка математической модели формирования производственной программы организации

1) Сформулировать содержательную постановку задачи: описать исходное состояние рынка и производственных возможностей организации, 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.

Создать отчет по практической работе с выводами.

## 8. Практическая работа №6 «Решение общей задачи календарного планирования»

Цель работы: закрепление приобретенных знаний из теоретического материала по решению общей задачи календарного планирования.

В качестве теоретического материала следует использовать разделы 8.1, 8.2, 8.3 учебника [1].

Основные этапы выполнения задания

1. Описание исходных данных варианта задания

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

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.

Критерий оптимальности:

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

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

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.— длительность операции;
- 2.— время готовности изделия  $i$  для обработки на текущей операции  $j$ ;
3.  $t_{i,j}^0$ — время ожидания изделия  $i$  на текущей операции  $j$ ;
4. время готовности оборудования  $i$  на текущей операции  $j$ ;
5.  $t_{i,j}^n$ — время простоя оборудования  $i$  на текущей операции  $j$ ;
6.  $t_j^h$ — время начала текущей операции  $j$ ;
7.  $t_j^k$ — время окончания текущей операции  $j$ ;
8.  $t_j^h = \max\{t_{i,j}^r, t_{k,j}^r\}$
9.  $t_j^k = t_j^h + t_{ij}$
10.  $t_{i,j}^r = t_j^k$
11.  $t_{i,j}^n = t_j^h - t_{k,j-1}^r$
12.  $t_{i,j}^0 = t_j^h - t_{k,j-1}^r$
13.  $t_{i,j}^r = t_j^k$  - при последовательном выполнении операций;
14.  $t_{i,j}^r = t_j^h + \tau_j$

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.

9. Произвести расчеты на сети и результаты свести в таблицу решений.

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.

Описание этапов работы, результаты расчетов и их объяснение представить в виде оформленного, согласно требований к работам в ТУСУР, отчета.

4. Исходные данные для задачи

Для решения задачи каждый студент выбирает свой списковый вариант группы из таблиц 8.1–8.2.

Таблица 8.1 — Исходные данные

Номер варианта	Номер изделия	Правило предпочтения	Критерий оптимальности
1	1, 12, 10, 24	SIO	$\min t_{i,j}^0$
2	2, 3, 18, 19	SVO	$\min t_{i,j}^n$

3	3, 4, 17, 18	LRT	$\min t_{i,j}^n$
---	--------------	-----	------------------

Окончание таблицы 8.1.

4	4, 5, 16, 17	FIFO	$\min t_{i,j}^o$
5	5, 6, 15, 16	SIO	$\min t_{i,j}^n$
6	6, 7, 14, 15	SVO	$\min t_{i,j}^o$
7	7, 8, 13, 14	LRT	$\min t_{i,j}^n$
8	8, 9, 12, 13	FIFO	$\min t_{i,j}^n$
9	9, 10, 11, 12	SIO	$\min t_{i,j}^o$
10	10, 11, 1, 2	SVO	$\min t_{i,j}^n$

Таблица 8.2 — 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

Создать отчет по практической работе с выводами.

## 9. Практическая работа №7 «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.

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 9.1. 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; обзорность; 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 «истин-но-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].

2. Экспертное оценивание мероприятий.

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;
- выводы о результатах проведенного исследования проблемной ситуации, полученного решения и предложения по применению инструментов системной деятельности.

Создать отчет по практической работе с выводами.

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

а) основная:

1. Ехлаков Ю.П. Теоретические основы автоматизированного управления. Учебник. — Томск: ТУСУР, 2001. — 337 с. .
2. Ехлаков Ю.П., Ходжаев Г.А. «Исследование систем управления», Учебник, М. Изд-во МГГУ, 2001г.
3. Ехлаков Ю.П., Яворский В.В. Теоретические основы компьютерных систем обработки информации и управления. Учебник, — Караганда: Изд-во КарГТУ, 2005. — 394 с.
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.