

Кохно П.А.

Кибернетическая модель управления экономикой страны

*Светлой памяти моих учителей - академиков
АН СССР В.М. Глушкова и Н.П. Федоренко –
посвящается*

Современный этап развития сложных экономических систем (СЭС), в первую очередь предприятий, корпораций, финансово-промышленных групп, характеризующийся дальнейшим усложнением их внутренней структуры и взаимодействий с внешней средой, ростом специализации и кооперирования производства, требует использования методологии системного подхода для их моделирования, анализа и синтеза. Моделируя предприятия, корпорации и финансово-промышленные группы (в том числе транснациональные и межгосударственные) рассмотрим некоторые их особенности.

1. Наиболее общей формой отражения назначения и деятельности СЭС является структура целей. В соответствии с этим для каждой СЭС в рамках заданных для нее ограничений должна быть построена модель структуры внешних и внутренних целей, для которой свойственны определенная полииерархичность, «открытость» с точки зрения связей с внешней средой, внутренняя «замкнутость» по отношению к процессам их достижения, сложность взаимосвязей, наличие противоречивых и конкурирующих целей, требующих координации (согласования).

2. Внутренние информационные, энергетические, материально-вещественные элементы СЭС выделяются и специализируются по их месту и роли в процессе достижения цели. С учетом этой особенности строится системная модель структуры внутренних элементов СЭС, "ответственных" за достижение каждой компоненты структуры целей. Данную модель будем называть структурой первичных объектов, включая (в зависимости от их места в СЭС) объекты в системе управления и управляемой системе (рис. 1). Вторичными объектами будем называть отношения функций (процессов) и первичных объектов.

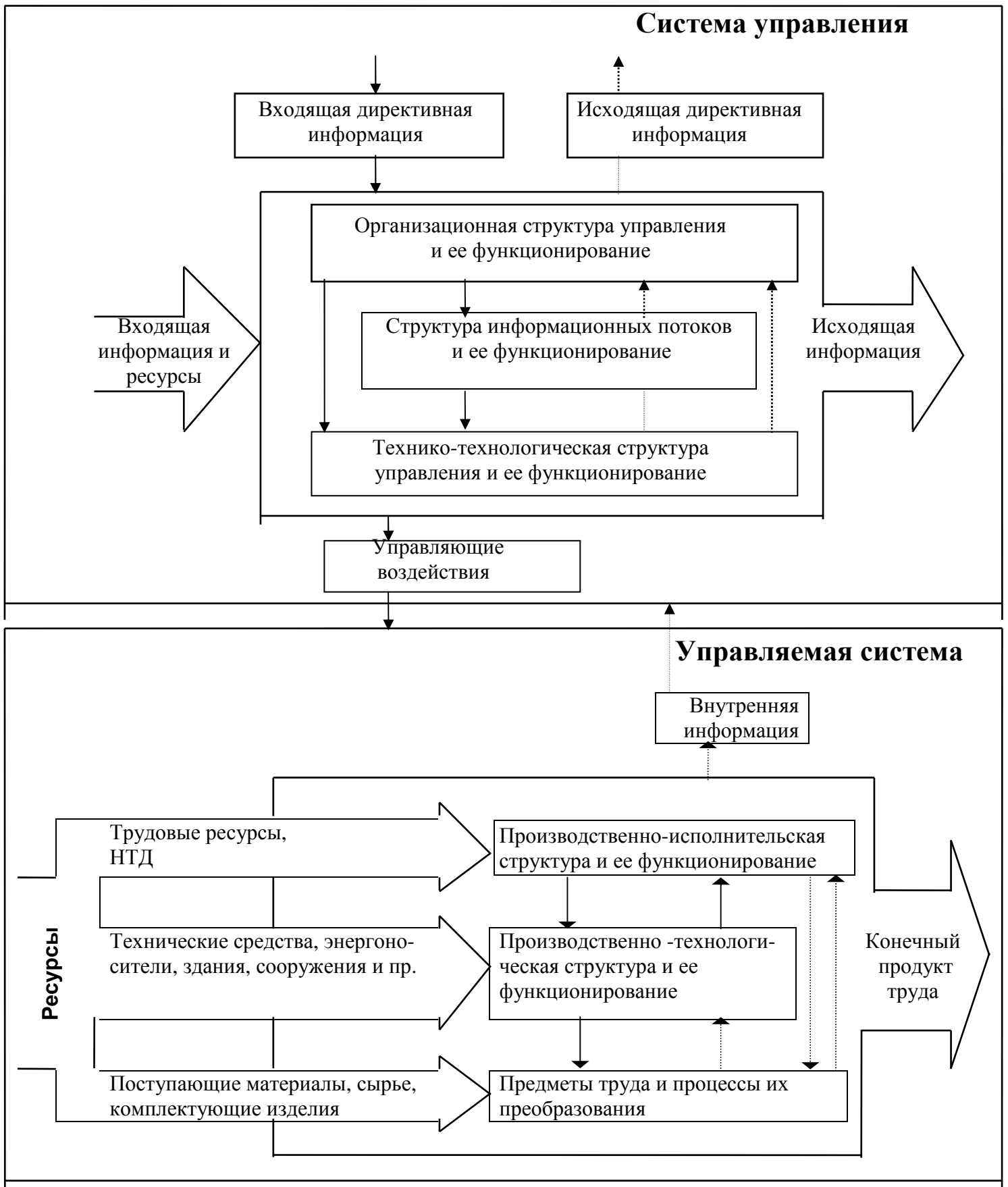


Рис. 1. Упрощенная модель объектов СЭС (производственных систем)

3. Степень и эффективность достижения целей СЭС определяется с помощью показателей деятельности, характеризующих состояние объектов. В соответствии со структурами целей, первичных и вторичных объектов устанавливается структура показателей, в которой выделяются три группы: целевые показатели, отражающие желаемое или предпочтительное состояние объекта согласно заданной цели его существования (функционирования); контролируемые показатели, с помощью которых определяется фактическое состояние объекта и степень достижения их множества заданных предпочтительных значений целей («целевого» множества); регулируемые (управляемые) показатели, в результате направленного изменения которых происходит необходимое изменение фактического состояния объекта, перевод его в желаемое или предпочтительное состояние. В некоторых случаях показатели этих групп могут совпадать.

4. Цели СЭС и соответствующие значения показателей деятельности достигаются посредством выполнения специализированных действий, т.е. в процессе функционирования СЭС. Специализация видов деятельности как одно из проявлений внутренней организованности СЭС позволяет построить системную модель функции (процессов), как отражение системы целей и показателей деятельности. Таким образом, системная модель упорядоченной совокупности взаимоувязанных функций СЭС, которую будем называть функциональной структурой (ФС), играет роль функционального отражения ее внешних и внутренних целей, являясь одновременно основой формирования структуры элементов, выполняющих функции.

5. Внутренней структуре СЭС присуща формальная организованность ее исполнительских звеньев. Закрепление и распределение функций СЭС между элементами ее исполнительской структуры, иерархичность прав, полномочий и ответственности за достижение целей воплощаются в организационной структуре (ОС) сложной экономической системы.

6. Преимственность и устойчивость внутренней организации СЭС достигается с помощью отражения ее свойств в комплексе регламентирующей документации. Регламентация структуры и функционирования СЭС обеспечивает ее организационную целостность в единство внутренней структуры, повышает приспособляемость к изменениям внешней среды и сохраняет необходимую воспроизводимость методов, правил, требований, норм деятельности в условиях динамичности структуры целей. Структура комплекса документов отражает функциональную и организационную структуры СЭС.

Таким образом, совокупность базовых системных моделей, содержательная интерпретация которых охватывает наиболее существенные аспекты построения и функционирования СЭС, включает системные модели структур целей, объектов, показателей деятельности, функциональную и организационную структуры, методы функционирования (управления), информационную структуру, структуру регламентирующих документов. В дальнейшем будем называть их моделями основных системообразующих элементов СЭС. Сформулируем следующие концептуальные положения методологии их построения.

1) Целесообразным с точки зрения полноты является логико-лингвистический язык описания объекта исследования. Модели СЭС представляются в виде: матриц отношений, называемых далее структурными картами; символических формул, построенных по установленным грамматическим правилам; вербальных описаний (текстов). Выбор формы модели обуславливается целями исследований.

2) Операционность системных моделей достигается методом последовательного расчленения (декомпозиций) их элементов по определенным формализованным правилам. Выделение и взаимоувязка в модели сложной системы более элементарных, и, таким образом, более детально описываемых компонент (подсистем) позволяют исследовать их глубокие и тонкие свойства. Для обеспечения необходимой повторяемости и

сопоставимости результатов моделирования классификационные признаки, с помощью которых выделяются элементы системы в процессе ее декомпозиции (рис. 2,3), упорядочиваются с помощью оператора декомпозиции.

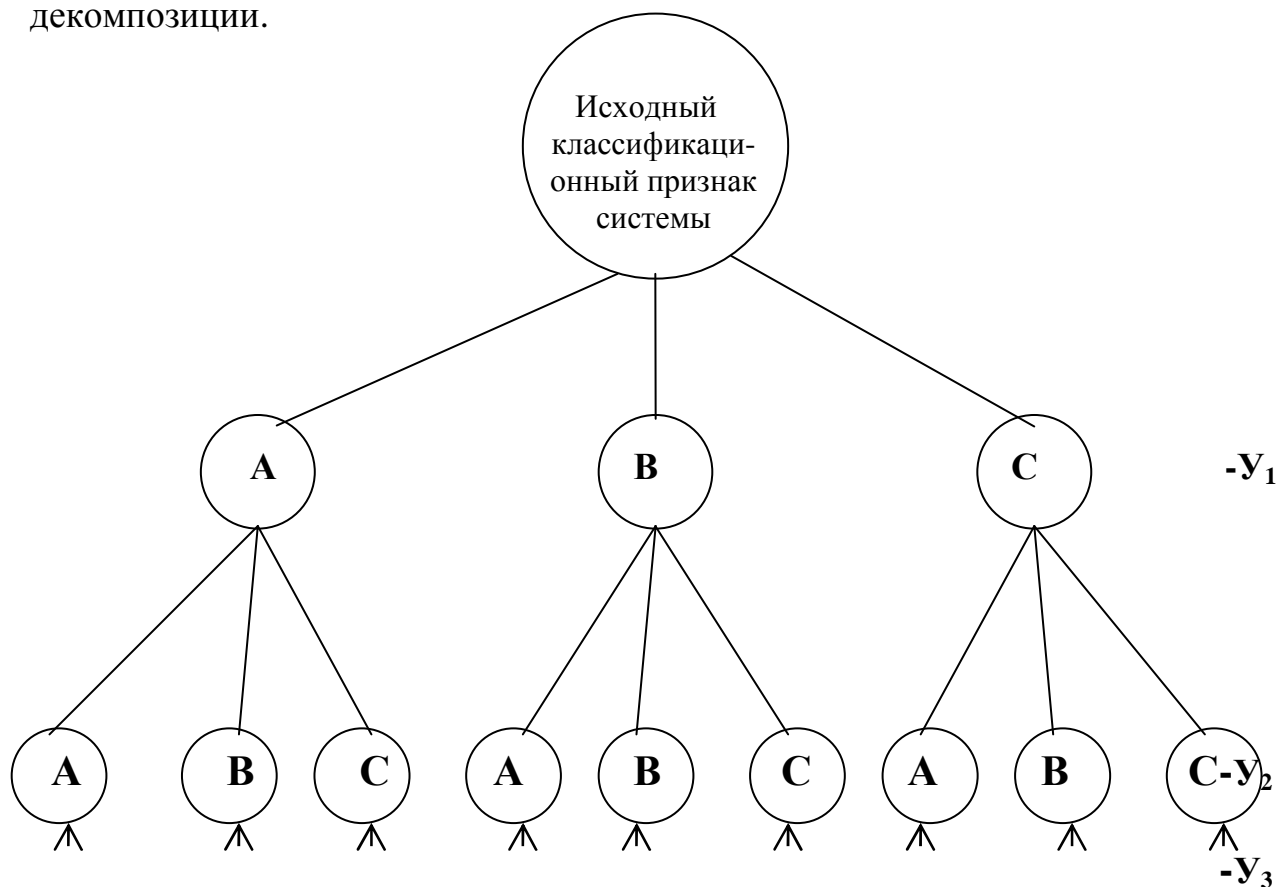


Рис. 2. Схема последовательности выделения (структуризации) элементов при декомпозиции системы: А, В, С - общие, ограничительные, конкретные свойства; Y_1, Y_2, Y_3 - первый, второй, третий уровни декомпозиции.

Сущность действия оператора состоит в последовательной структуризации в системе на каждом шаге декомпозиции совокупностей элементов-носителей ее общих, ограничительных и конкретных свойств и их признаков.

3). Взаимосогласованность моделей достигается посредством конструирования связей (отношений) между структурными составляющими СЭС, необходимых и достаточных для обеспечения процессов ее функционирования. Связи между структурными составляющими описываются с помощью структурной карты (матрицы) (рис. 4). Возможны три способа записи отношений: альтернативный - наличие отношений

обозначается символом «1», отсутствие - «0» (или соответствующими им графическими символами); качественный - указывается характер отношений: причинно-следственные, пространственно-временные, определенности, принадлежности, качественно-количественные и др.; количественный - отношения задаются с помощью коэффициентов корреляции и др.

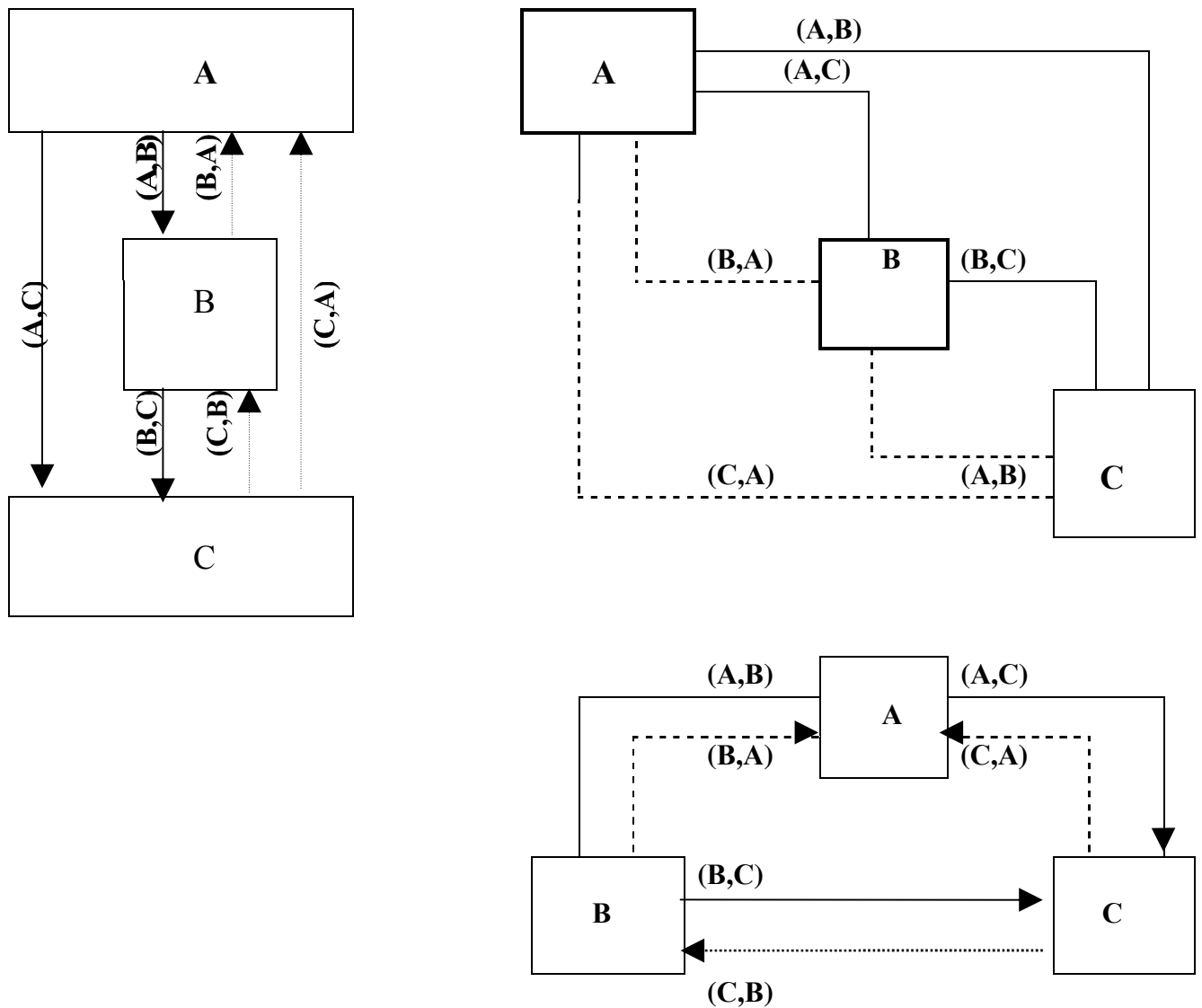


Рис. 3. Графические формы представления элементов, выделяемых с помощью оператора декомпозиции на одном шаге деления: А, В, С - общие, ограничительные, конкретные свойства.

	0	P	F	(0,0)	(0,P)	(0,F)	(P,0)	(P,P)	(P,F)	(F,0)	(F,P)	(F,F)
0	(0,0)	(0,P)	(0,F)								(0,(F,P))	
P	(P,0)	(P,P)	(P,F)									
F	(F,0)	(F,P)	(F,F)									
(0,0)												
(0,P)		((0,P),P)									((0,P),(F,P))	
(0,F)												
(P,0)												
(P,P)												
(P,F)									((P,F),(P,F))			
(F,0)												
(F,P)												
(F,F)												((F,F), (F,F))

Рис. 4. Структурная матрица СЭС: 1- граница ядра матрицы; O, P,F - множества первичных элементов - соответственно объектов, свойств (показателей, характеристик), функций; (O,P); (O,(F,P)); ((O,P); (F,P)) - множества бинарных, тернарных и т.п. элементов; «,» - символ множества отношений.

Как уже отмечалось при описании сущности декомпозиции, используемые классификационные признаки позволяют последовательно выделять структурные составляющие моделей СЭС, причем степень их детализации повышается по мере возрастания номера уровня (шага) декомпозиции. Структура и состав классификационных признаков установлены, как индуктивно - на основе обобщения результатов и знаний, содержащихся в научной и методической литературе, так и дедуктивно - в соответствии с упорядоченными общими логическими категориями и понятиями.

Рассмотрим построение структур системообразующих элементов.

Последовательность декомпозиции целей СЭС можно представить в виде древовидной структуры, включающей три «направления» классификации целей: по признакам форм существования (деятельности) СЭС, временным и пространственным (рис. 5, таблица 1). Координаты некоторой цели СЭС в «пространстве» целей определяются посредством последовательного установления ее соответствия отдельным классификационным признакам по всем трем направлениям, отраженным в структурной карте целей.

Отметим, что совмещение временных горизонтов (долгосрочного, среднесрочного, краткосрочного) с характеристиками важности (значимости) целей позволяет выделить специфические для функционирования и развития СЭС группы стратегических, тактических и оперативных целей. Построенная таким образом структура целей СЭС обладает существенной полииерархичностью, причем важность (приоритет) отдельных целей обусловлена спецификой конкретной СЭС и динамикой ее развития.

В соответствии с классификационными признаками объектов СЭС на первом шаге декомпозиции устанавливаются: «входные» элементы СЭС - ресурсы и т.п.; «внутренние» элементы СЭС - элементы процессов деятельности (работники, средства и предметы труда); «выходные» элементы СЭС - элементы обмена с внешней средой (потребителями).

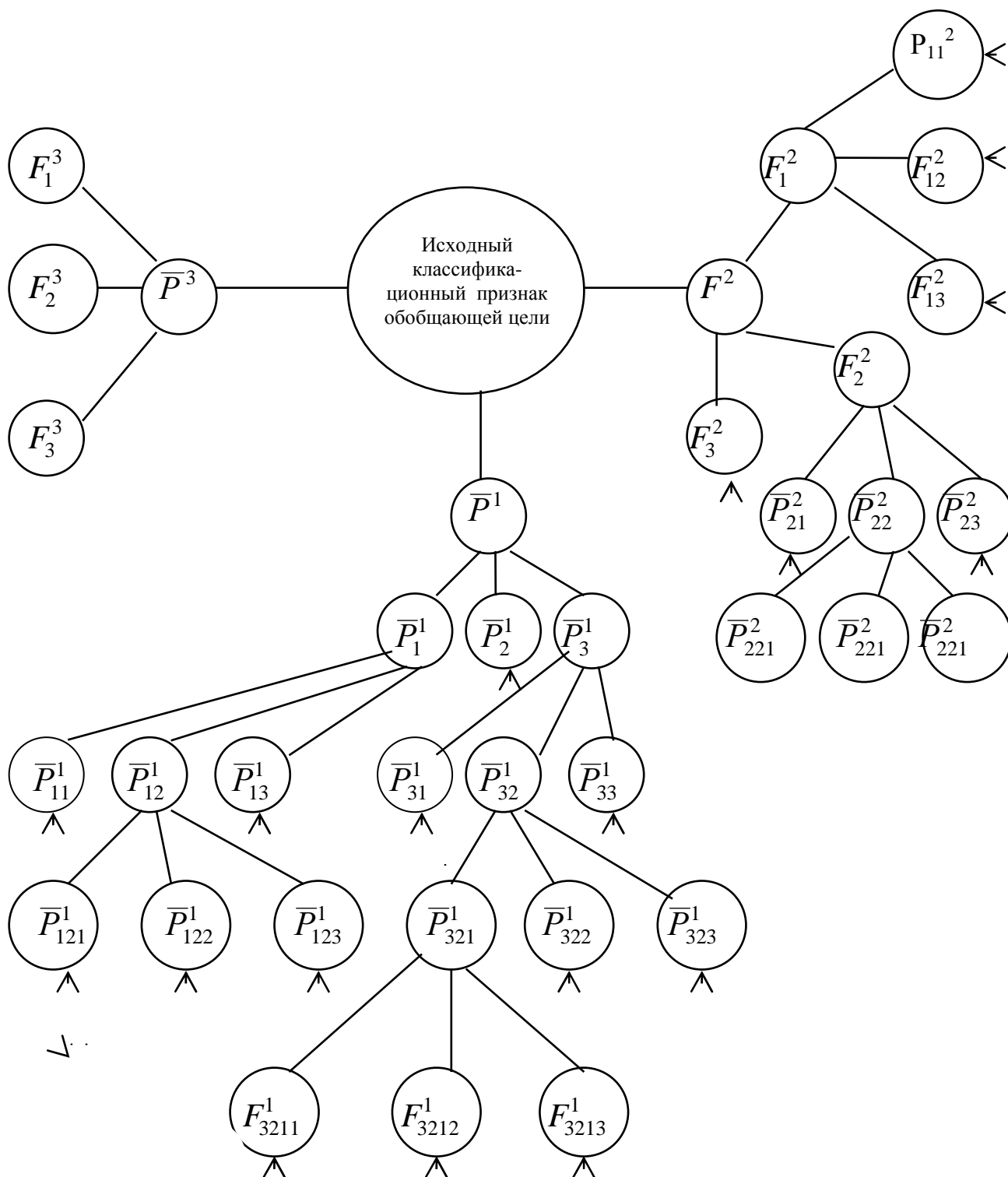


Рис. 5. Системная модель классификационных признаков целей СЭС

Классификационные признаки целей СЭС

Обозначения	Наименования
\bar{P}^1	Форм существования
${}_1\bar{P}_j^1$ (j=1,2,3)	Общепроизводственные (научно-технические, технико-производственные, технико-потребительские), экономические, социальные;
${}_2\bar{P}_{jk}^1$ (j,k=1,2,3)	Межотраслевые, отраслевые, предприятия;
${}_3\bar{P}_{jkm}^1$ (j,k,m=1,2,3)	Создания, функционирования, развития СЭС;
${}_4\bar{P}^1 \dots$	Основной деятельности, производственной инфраструктуры, социально-бытовой инфраструктуры;
${}_5\bar{P}^1 \dots$	Разработки, изготовления - поставок, эксплуатации продукции;
${}_6\bar{P}^1 \dots$	Организационного управления, технико-методического управления, производственные;
${}_7\bar{P}^1 \dots$	Трудовой деятельности, функционирования средств труда, преобразования предметов труда;
\bar{P}^2	Временные;
${}_1\bar{P}_j^2$ (j=1,2,3)	Стратегические, тактические, оперативные или долгосрочные, среднесрочные, краткосрочные;
${}_2\bar{P}_{jk}^2$ (j,k=1,2,3)	Постоянные, периодические, разовые;
${}_3\bar{P}_{jkm}^2$ (j,k,m=1,2,3)	Начальные, текущие, конечные;
\bar{P}^3	Пространственные;
${}_1\bar{P}_j^3$ (j=1,2,3)	Общегосударственные, республиканские, региональные;

На рис. 6 показана схема выделения классификационных признаков, используемых при формировании структуры объектов. Последовательность выделения классификационных признаков показателей деятельности и функций (процессов) СЭС (рис. 7,8, табл. 2) и их состав определяются, исходя из общей структуры логических категорий и понятий.

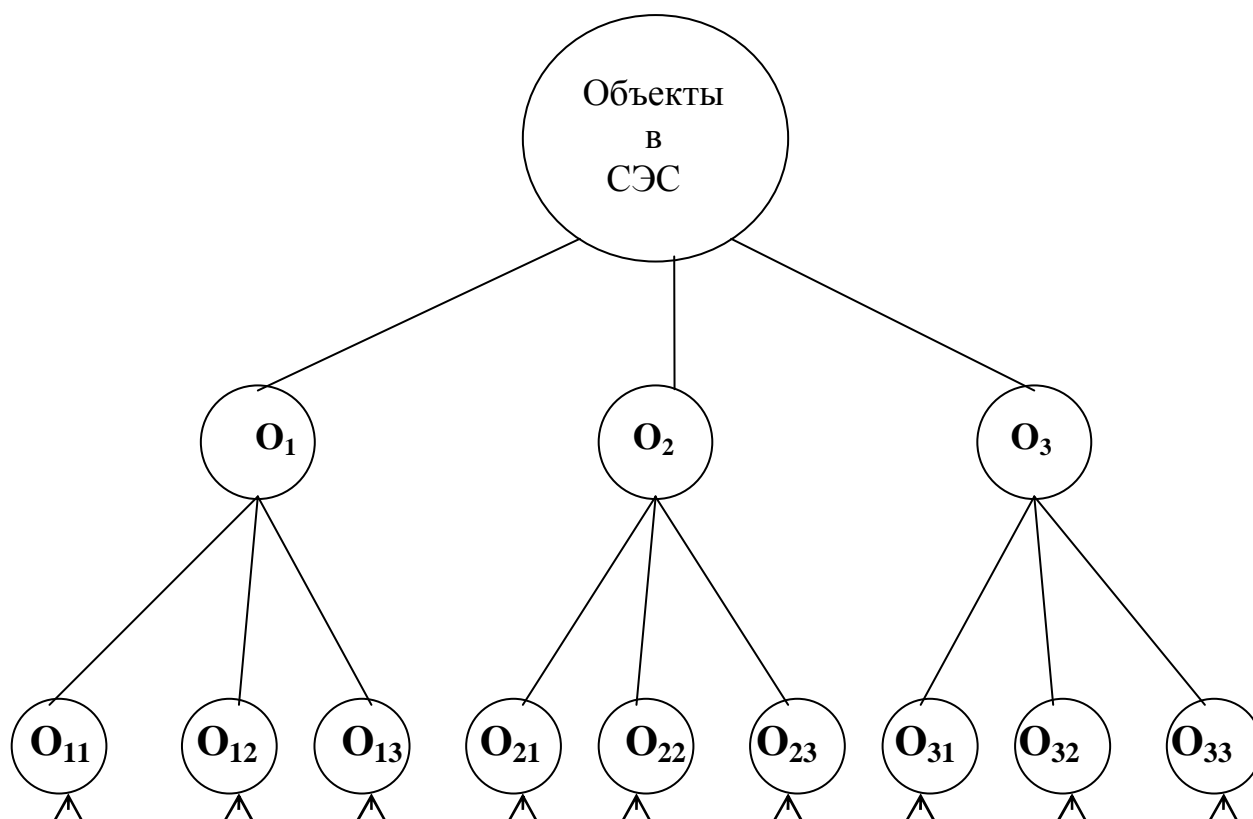


Рис. 6. Схемы выделения классификационных признаков объектов в СЭС: O_1 - элементы «входа»; O_2 - элементы «внутреннего состояния»; O_3 - элементы «выхода».

Таблица 2

Классификационные признаки функций (процессов) СЭС

Обозначения	Наименования
F^1	Форм существования
${}_1 F_j^1$ ($j=1,2,3$)	Создания, функционирования, развития СЭС
${}_2 F_{jk}^1$ ($j,k=1,2,3$)	Основной деятельности, производственной инфраструктуры, социально-бытовой инфраструктуры;
${}_3 F_{jkm}^1$ ($j,k,m=1,2,3$)	Разработки, изготовления - поставок, эксплуатации продукции;
${}_4 F^1 \dots$	Организационного управления, технико-методического управления, производственные;
${}_5 F^1 \dots$	Принятия решений, управляющих воздействий, информационно-контрольных;
${}_6 F^1 \dots$	Основные, обеспечивающие, обслуживающие;
${}_7 F^1 \dots$	Подготовки, преобразования, завершения;
F^2	Временные;

${}_1F_j^2 (j=1,2,3)$	Долгосрочные, среднесрочные, краткосрочные;
${}_2F_{jk}^2 (j,k=1,2,3)$	Постоянные, периодические, разовые;
F^3	Пространственные;
${}_1F_j^3 (j=1,2,3)$	Всеохватывающие, широкой сферы действия, локальной сферы действия

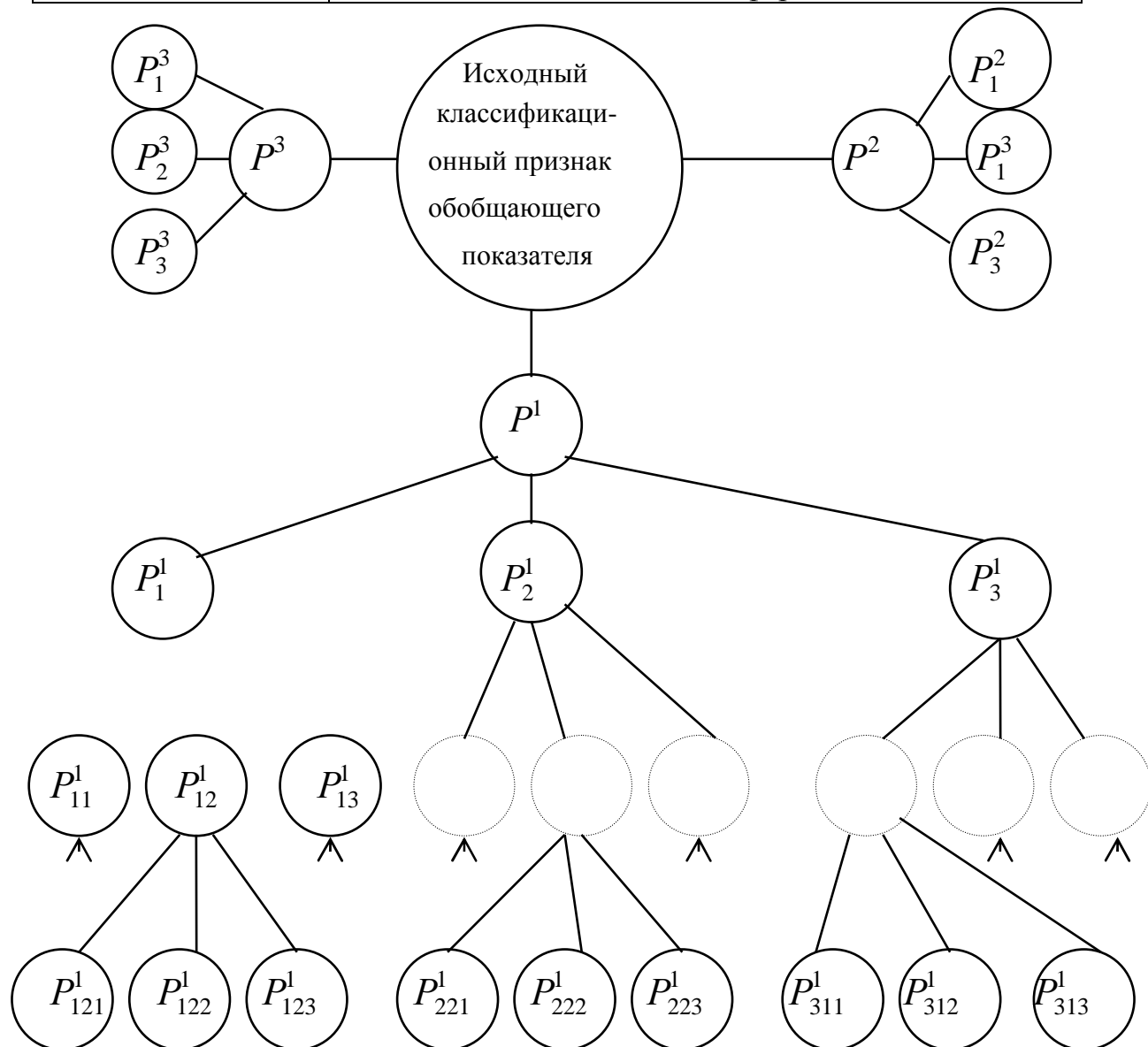


Рис. 7. Системная модель классификационных признаков показателей деятельности СЭС: P^1, P^2, P^3 - показатели форм существования, временные, пространственные; P_1^1, P_2^1, P_3^1 - показатели общепроизводственные, экономические, социальные; $P_{11}^1, P_{12}^1, P_{13}^1$ - показатели научно-технические, технико-производственные, технико-потребительские; $P_{jkm}^1 (j,k,m=1,2,3)$ - показатели «входа»; «внутреннего состояния», «выхода»; P_1^2, P_2^2, P_3^2 - показатели стратегических,

тактических, оперативных целей; P_1^3 , P_2^3 , P_3^3 - показатели общегосударственных, республиканских, региональных целей.

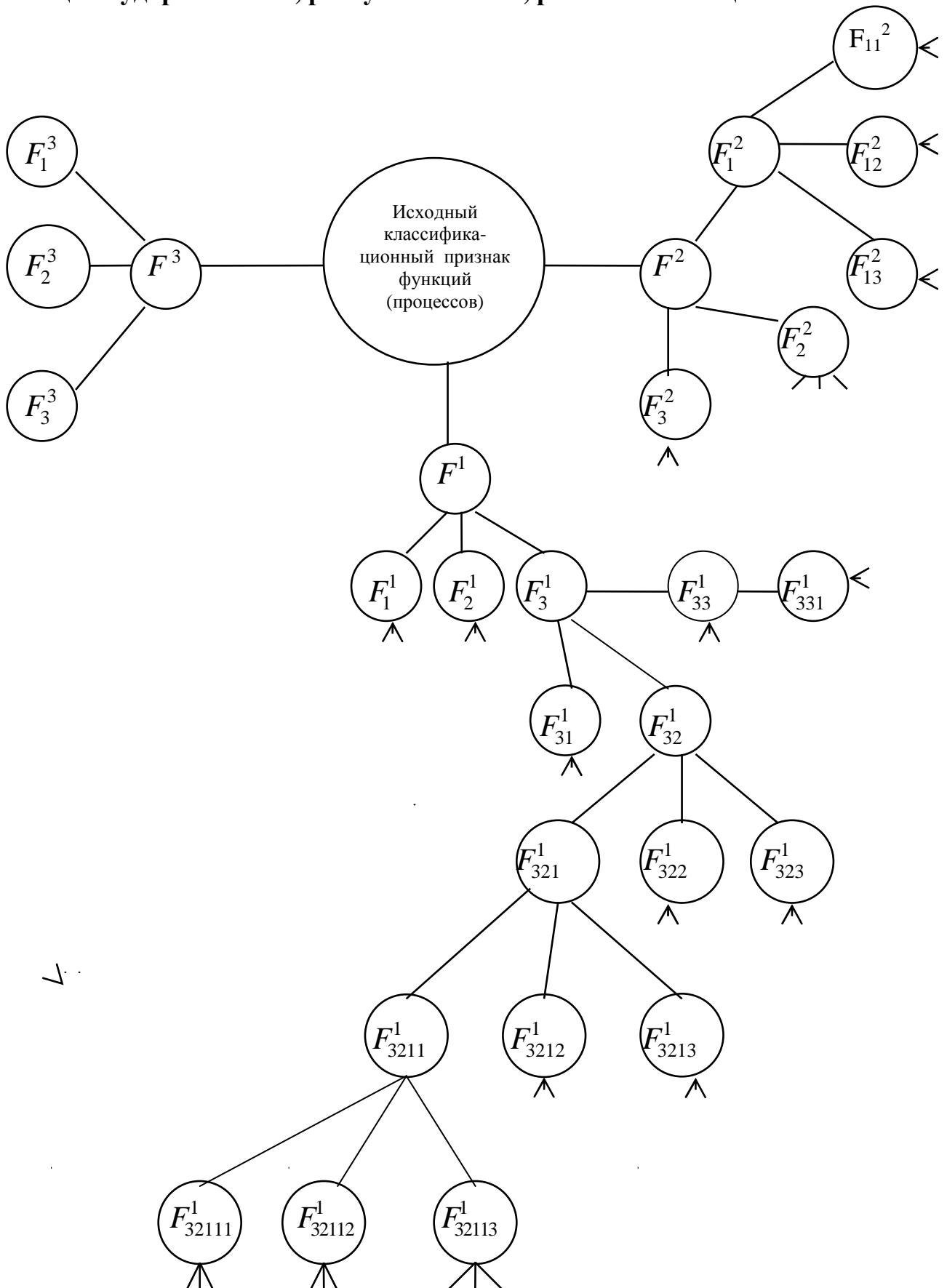


Рис. 8. Системная модель классификационных признаков функций (процессов) СЭС.

Для формирования структуры классификационных признаков показателей деятельности применяется декомпозиция по операторам, выделяющим в частности, общепроизводственные, экономические и социальные показатели (и их отношения), которые, в свою очередь, членятся на показатели «выхода», «внутреннего состояния» и «входа» (и их отношения) и т.д. Эти же признаки использованы и при формировании структуры функций. В частности, на их основе построена кибернетическая модель замкнутого контура управления, обобщающая различные его интерпретации.

Актуальность создания такой модели обусловлена тем, что функции традиционно выделяемого управленческого цикла (прогнозирование, планирование, нормирование, организация, контроль, учет, анализ, оценка, стимулирование и т.д.) часто имеют перекрывающиеся определения, слабо структурированы и взаимоувязаны.

Так, например, во многих работах и методических документах в функцию планирования, кроме установления требуемых значений показателей деятельности, включают действия по анализу и оценке состояния управляемой системы, формированию последовательности необходимых задач, выделению ресурсов и исполнителей для их решения. В то же время функции анализа, оценки часто рассматриваются как самостоятельные, а действия, связанные с формированием требований, выделением ресурсов и исполнителей, относят к функции организации.

Автономный подход к определению функции не позволяет сформировать упорядоченную структуру реализующих их задач, установить логически необходимые внутри- и межфункциональные связи между задачами и последовательность их решения. Другими словами, при таком подходе нельзя построить логически упорядоченный процесс управления, что существенно снижает его эффективность. Как показывает анализ, источниками различной (суженной или расширенной) трактовки функций управленческого цикла является то обстоятельство, что они

связи от блока **Ж** принимает управленческое решение. Это решение (оптимальное, предпочтительное или удовлетворительное) поступает в блок **Р**, трансформирующий его в активную форму и передающий исполнительному органу объекта управления. Блок **Ж** преобразует сигналы обратной связи от объекта управления в упорядоченные сигналы рассогласований между заданными и реальными значениями «входящих», «внутренних» и связующих параметров управляемой системы. Схема элементарного цикла управления в абстрагированной форме определяет основные элементы оперативного по отношению к управляемой системе горизонта управления.

Стратегическому и тактическому горизонтам соответствует схема расширенного цикла управления (рис. 10). Эти контуры условно отвечают различным уровням функциональной иерархии принятия решений (рис. 11). В расширенном цикле функции принятия решений реализует блок **Д** (рис. 12), состоящий из трех субблоков **Д₁**, **Д₂**, **Д₃**, выполняющих соответственно функции: формирования системообразующих элементов СЭС (целей объектов, показателей деятельности, методов функционирования и др.); анализа, прогноза и оценки состояния объектов: разработки стратегии управления, установления ограничений и требуемых результатов.

Функции управляющих воздействий реализуются блоком **Р** на основе управляющей (корректирующей) информации, поступающей из блока **Д**, и исходной - из блока **И**. В блоке **Р** выделяются три субблока **Р₁**, **Р₂**, **Р₃**, выполняющие соответственно функции: структуризации элементов процессов (задач, ресурсов, функционирующих звеньев); распределения задач и ресурсов, формирования норм и правил функционирования, подготовки всех видов связей; выбора форм управления, характеристик управляющих воздействий, мотивировки и реализации воздействий.

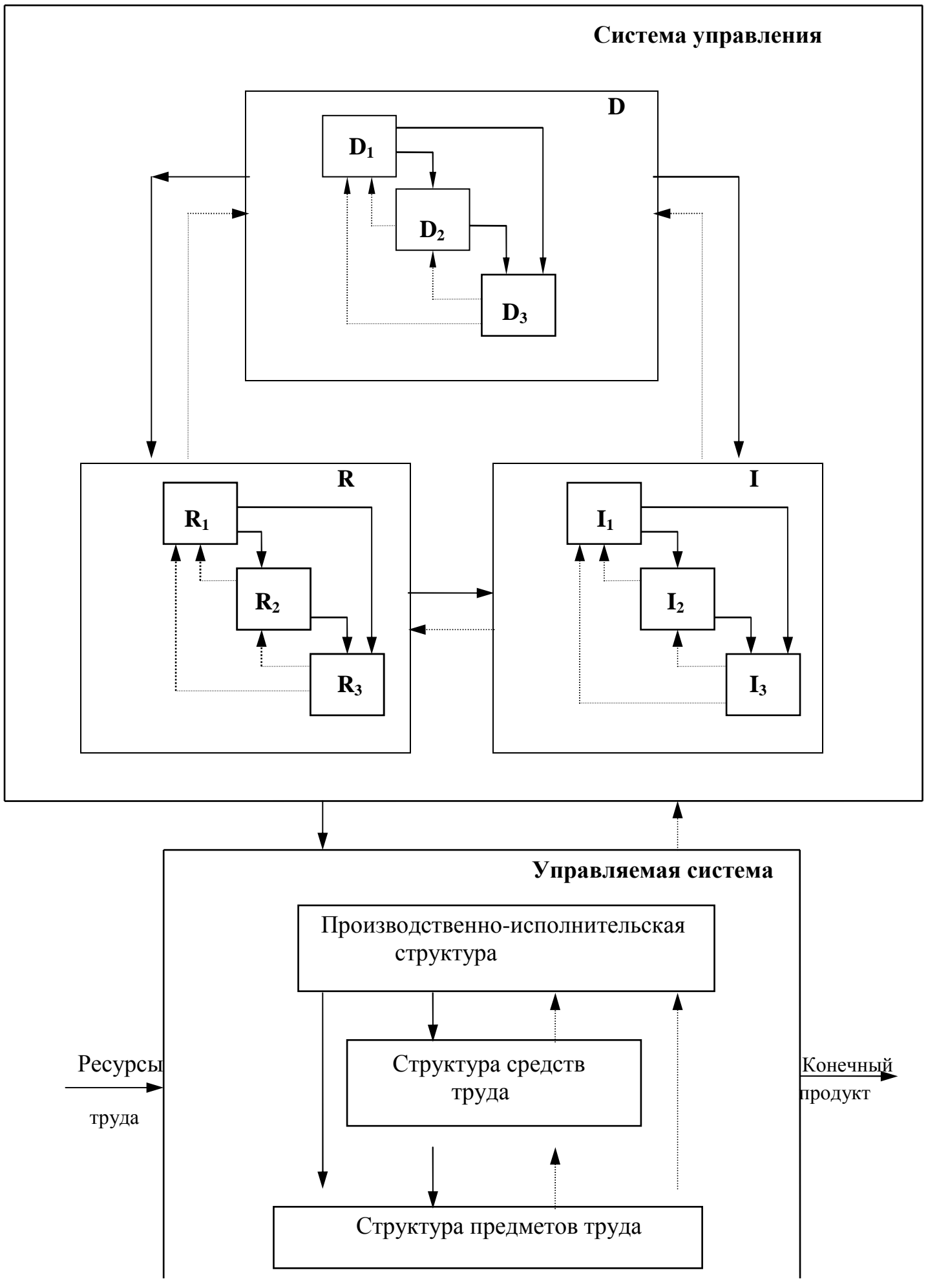


Рис. 10. Схема расширенного цикла управления.

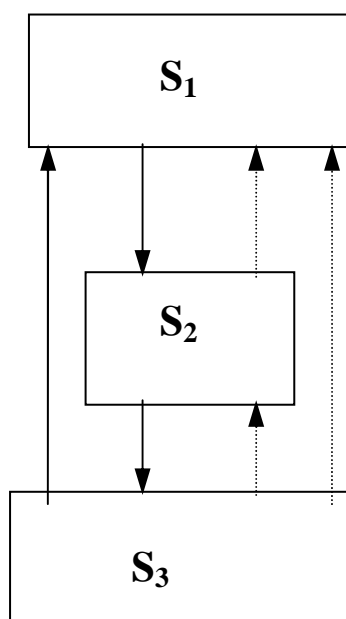


Рис. 11. Схема функциональной иерархии принятия решений: S_1 , S_2 , S_3 - стратегические, тактические, оперативные решения.

Информационно-контрольные функции осуществляются блоком **I**, в котором выделяются три субблока I_1 , I_2 , I_3 , выполняющие соответственно функции: сбора данных, их обработки и накопления, передачи информации в блоки **D**, **R**.

Введенные понятия об элементарном и расширенном циклах управления дают возможность идентифицировать управленческие функции. В частности, можно убедиться в том, что расширенная трактовка функции планирования отвечает содержанию блока **D** и субблока R_1 , а в более узком смысле она совпадает с субблоком D_3 . Функции организации в узком смысле можно поставить в соответствие содержанию субблока R_2 , а в более широком смысле - всего блока **R**. Таким образом, все функции управленческого цикла могут быть наложены на субблоки D_i , R_i ($i = 1, 2, 3$) тем самым между ними будут установлены все прямые и обратные связи, существующие в структуре контура управления.

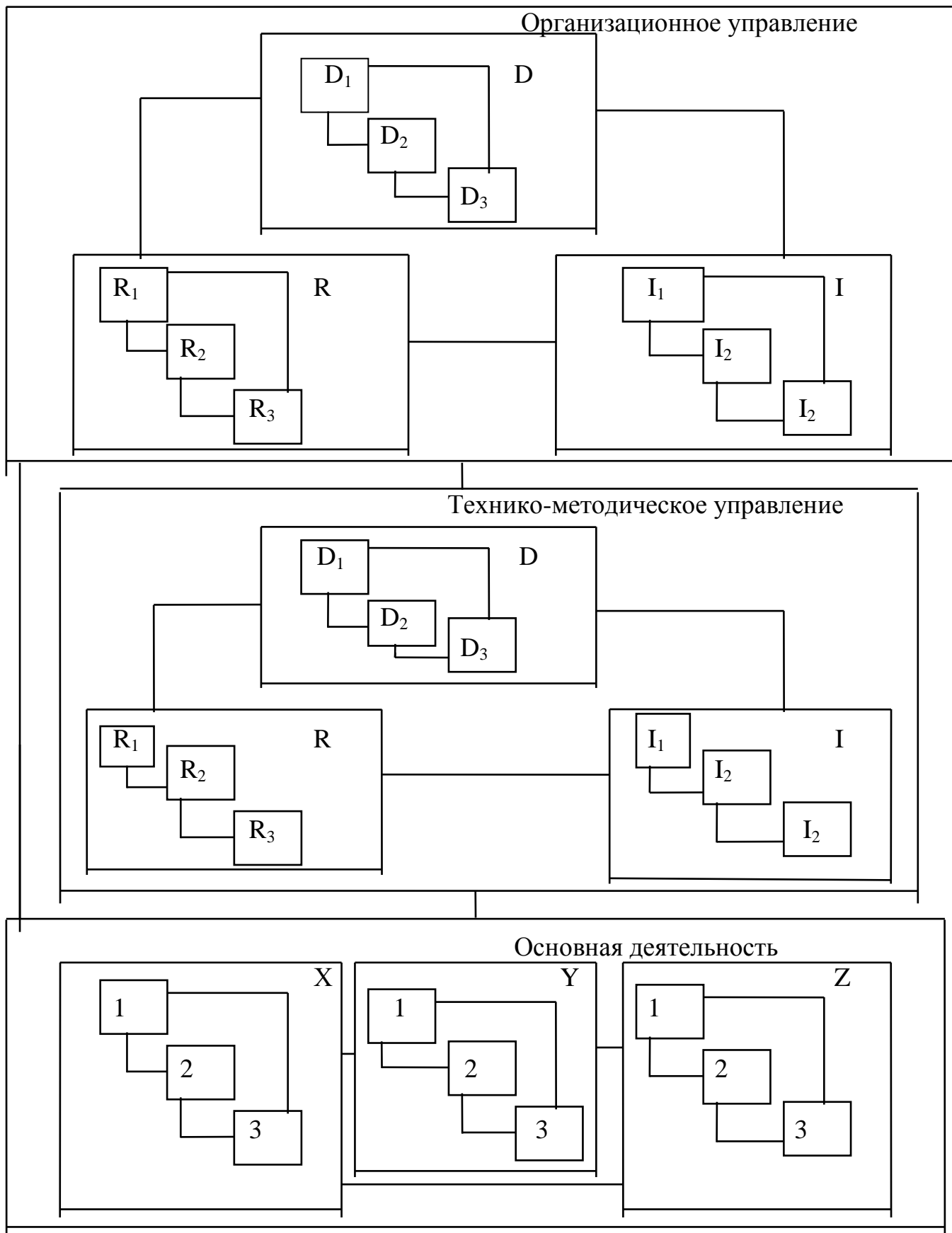


Рис. 12. Принципиальная схема функциональной подсистемы сложной экономической системы.

Предложенный метод позволяет обобщить и совместить принятые в системно-кибернетических и экономических исследованиях описания контуров управления, уточнить содержательный аспект функций управления на разных горизонтах и связать структуру контура управления со структурой целей и показателей деятельности СЭС.

Функции замкнутого контура реализуются в СЭС через систему методов управления. В соответствии с возможностью целенаправленного изменения основных составляющих задачи принятия решений (целевая функция, ограничения на управляющие воздействия, состояния управляемой системы, связи) методы управления (координации) в СЭС можно условно классифицировать по двум типам признаков:

-по способам содержательной интерпретации - методы установления целей, стимулирования (диктата), лимитирования, содействия, консультирования;

-по формам реализации - организационные, экономические, социальные методы (и их отношения).

Введенные понятия о системообразующих элементах СЭС позволяют на основе построения моделей (графов и структурных карт, символических формул, вербальных описаний) устанавливать их целостные и взаимосвязанные логически полные структуры.