

№1 «ОПИСАНИЕ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ»

Цель работы: получить практические навыки в выделении компонентов системы, описание свойств и структуры системы, ее взаимодействие со средой, функционирования системы во времени и управление системой.

Самостоятельная работа: изучение основных понятий теории систем и системного анализа, закономерностей и функционирования систем.

Порядок выполнения работы:

1. Выбор задания. Выбрать систему, на примере которой будет выполняться практическая работа №1, №2, №3.

Примером системы может служить любая техническая система (автомобиль, компьютер и т.д.) или организация, предприятие (библиотека, завод, магазин ресторан и т.д.).

2. Построение иерархии состава системы.

Выделить не менее 5 подсистем в исследуемой системе, указать их взаимосвязь, в составе подсистем, выделить более мелкие элементы и подсистемы.

3. Описать сущностные свойства системы.

Описать сущностное свойство системы и его внешние проявления. Определить, является ли данная система эмерджентной. Обосновать ответ.

4. Описание структуры системы и ее взаимодействие с окружением.

Указать объекты окружающей среды (не менее трех). Составить схему взаимодействия компонентов системы, а также схему взаимодействия со средой. Описать внутренние и внешние связи.

5. Описание функционирования системы в пространстве состояния.

Выделить характеристики (параметры) системы. Параметры могут быть сгруппированы по типам: физические характеристики (размер, местоположение, цвет, материал и т.д.), технические характеристики, экономические показатели и т.д.

Из множества параметров выделить те, которые характеризуют поведение (функционирование) системы, т.е. которые изменяются во времени. Описать различные состояния. Данные внести в таблицу.

6. Описание управления системой.

Определить основную цель системы. Если система является неживым объектом, цель, как правило, определяется пользователем.

Определить, кто (что) и как управляет системой, с помощью каких управляющих воздействий осуществляется управление, используется ли в управлении обратная связь и если используется, то каким образом.

7. Составление отчета.

Отчет оформляется в соответствии с примером, приведенным ниже.

Пример выполнения работы №1.

1. Система – ГОСТИНИЦА.

2. Иерархия состава системы

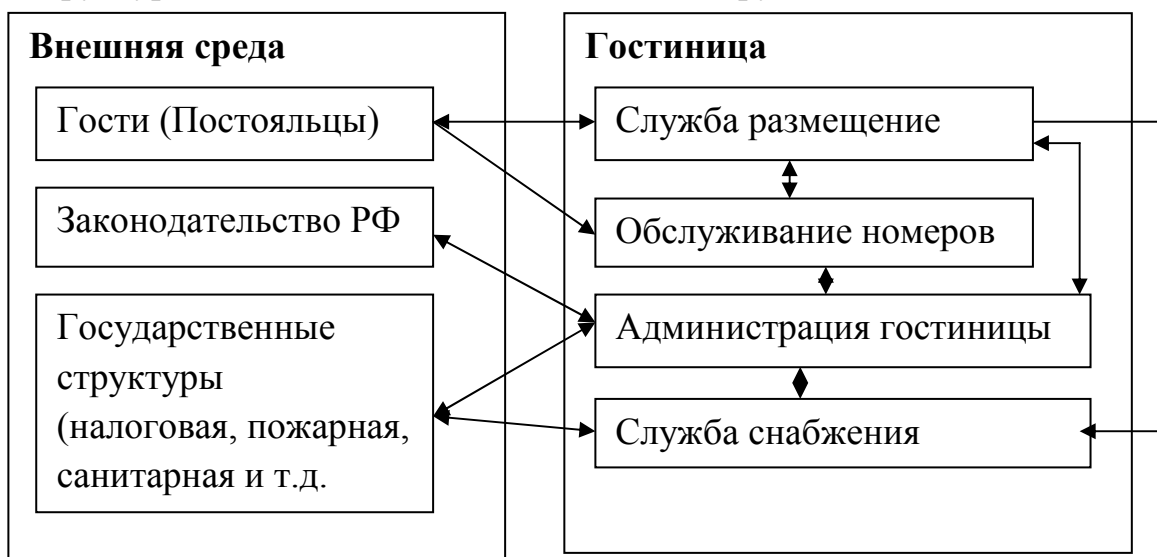
ГОСТИНИЦА				
Управление	Обслуж. гостей	Снабжение	Маркетинг	Тех.обслуж.
Администрация гостиницы	Персонал гостиницы: горничные, администраторы, охрана	Обеспечение материально-техническими средствами: средства для уборки номеров, банные принадлежности, мебель и т.д.	Реклама: газеты, журналы, интернет. Сайт с возможностью бронирования номеров, возможность просмотра брони и т.д.	Технический персонал: электрики. сантехники и т.д.

3. Сущностные свойства системы

Сущностное свойство ГОСТИНИЦЫ – временное проживание гостей.

Явление – комфортное размещение постояльцев, обеспечение сервиса, в соответствии с классом номера (количеством звезд гостиницы в целом). Данное свойство является эмерджентным т.е., ни один из компонентов системы не может обеспечить его по отдельности.

4. Структура системы и ее взаимодействие с окружением.



5. Описание функционирования системы в пространстве состояния.

- физические характеристики: гостиница 4 звезды, в г. Сочи, трехэтажное здание, с возможность одновременного размещения 100 человек;

- экономические: ежегодная чистая прибыль – 1,5 миллиона рублей, возможность трудоустройства для 20 человек, со средним окладом 20 т. рублей;

Параметр	1 состояние (сезон отпусков, 100 % номеров заняты)	2 состояние (межсезонье, 50% номеров заняты)	3 состояние (кап.ремонт)
Возможность размещения гостей	В случае бронирования	Свободное размещение	Нет
Прибыль	Максимальная	Средняя или низкая	Нет
Стоимость проживания в номерах	Максимальная, в соответствии с классом номера	Средняя	Нет
Возможность трудоустройства населения	Да, в качестве обслуживающего персонала	Да, в качестве обслуживающего персонала	Да, в качестве строительно-монтажных бригад

6. Описание управления системой.

Цель функционирования системы – обеспечение комфортного размещения постояльцев, обеспечение прибыли владельцам гостиницы.

Управление системой – управление осуществляется администрацией гостиницы в соответствии с нормативно-правовой базой РФ.

№2 «ПОСТРОЕНИЕ ФОРМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ»

Цель работы: получить практические навыки в формировании базовых моделей системы («черного ящика», состава, структуры) и описание их на формальном языке.

Самостоятельная работа: изучение понятия модели, классификация моделей, языков описания моделей, базовых моделей системы.

Порядок выполнения работы:

1. Выбор системы: система выбранная в первой практической работе.

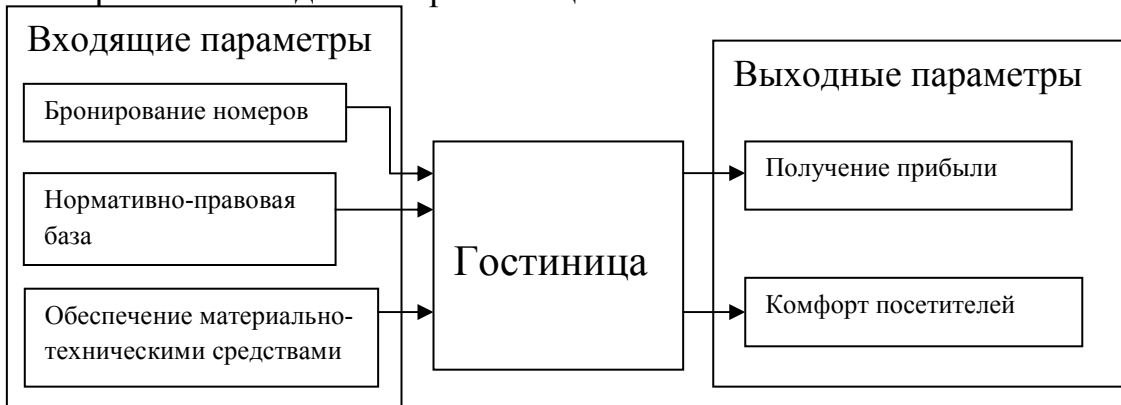
2. Построение формальной модели «черного ящика». Ввести множество переменных, описывающих входящие элементы, сигналы и т.д., и множество переменных описывающих выходные элементы, сигналы и т.д.

3. Построение формальной модели состава.
4. Построение формальной модели структуры.
5. Оформить отчет в соответствии с примером, приведенным ниже.

Пример выполнения работы №2.

1. Система – ГОСТИНИЦА.

2. Формальная модель «черного ящика».



Входящие параметры:

- x_1 – бронирование номеров;
- x_2 – нормативно-правовая база;
- x_3 – обеспечение материально-техническими средствами;

Выходные параметры:

- y_1 – получение прибыли;
- y_2 – комфорт посетителей.

Множество переменных описывающих функционирование системы

$Z = \{z_k\}$:

- z_1 – заполненность номеров посетителями;
- z_2 – уровень (количество звезд) гостиницы;
- z_3 – материально-техническая оснащенность номеров.

Зависимость между входными и выходными параметрами:

$$x_1=f(z_1); z_2=f(x_3); z_2=f(x_2); z_2=f(x_3); y_1=f(z_1); y_1=f(z_2); y_2=f(z_3)$$

3. Формальная модель состава.

Вводим множество подсистем и элементов системы, перечисляем элементы этого множества. В данное множество включаем подсистемы разного уровня, в том числе и систему в целом. При формировании множества используем иерархию состава, построенную в практической работе №1.

Гостиница как система $S = \{s_i\}$ содержит в себе множество подсистем s_i , где s_1 – управление гостиницы; s_2 – подсистема обслуживания гостей; s_3 – снабжение гостиницы; s_4 – техническое обслуживание гостиницы.

Описываем модель состава, используя отношение агрегации $R^{ag} \subseteq S \times S$ (оно устанавливается между подсистемами, одна из которых включает в качестве составной части другую).

Для гостиницы $S_0 R^{ag} S_1, S_0 R^{ag} S_2, S_0 R^{ag} S_3, S_0 R^{ag} S_4$.

4. Формальная модель структуры.

Вводим множество объектов окружающей среды:

- v_1 – гости (постояльцы);
- v_2 – законодательство РФ;
- v_3 – государственные структуры (налоговая, пожарная, санитарная и

т.д.

Опишем взаимодействие подсистем (элементов системы) друг с другом и с объектами окружающей среды.

Формальная модель структуры можно записать следующим образом:

$V_1 R^v S_1$ – гости, благодаря отзывам и критике, могут влиять на управление гостиницы;

$V_1 R^v S_2$ – гости, благодаря отзывам и критике, могут влиять на обслуживание в номерах гостиницы;

$V_1 R^v S_3$ – гости, благодаря отзывам и критике, могут влиять на снабжение гостиницы;

$V_1 R^v S_4$ – гости, благодаря отзывам и критике, могут влиять на техническое обслуживание гостиницы;

$V_2 R^v S_1$ – законодательная база может влиять на администрацию гостиницы;

$V_3 R^v S_1$ – государственные структуры могут оказывать влияние на администрацию гостиницы;

$V_3 R^v S_2$ – государственные структуры могут влиять на сервис в гостинице;

№3

«МЕТОД МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА»

Цель работы: получить практические навыки в формировании: вариантов систем методом морфологического анализа.

Самостоятельная работа: изучение метода морфологического анализа.

Порядок выполнения работы:

1. Морфологический анализ.

1.1. Выбор объекта (системы).

1.2. Выберите проектируемую систему, опишите проблемную ситуацию, определите требования к проектируемой системе и критерии оценки качества вариантов.

1.3. Составление морфологической таблицы.

Выделите существенные признаки системы (4-5), т.е. параметры влияющие на решение проблемной ситуации. Предложите альтернативные варианты для каждого признака (варианты могут быть комбинированными). Результаты оформите в виде морфологической таблицы (таблица 3.1).

Таблица 3.1

	Признаки	Альтернативные варианты		
		1	2	3
A1	Специальное оборудование	Современное	Устаревшее	
A2	Комплекующие	Отечественных производителей	Зарубежных производителей	
A3	Прием заказов	Пункты приема	Агенты (индивидуальный подход)	
A4	Классификация специалистов	Опыт более 3-х лет	Опыт менее 3-х лет	Без опыта
A5	Условия труда	Удовлетворительные	Хорошие	Отличные

Количество решений по данной таблице равно: $2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 = 72$ варианта.

1.4. Морфологический синтез.

Осуществите Синтез вариантов путем последовательного комбинирования признаков: сначала комбинируются два признака, затем оставшиеся после отбрасывания комбинации комбинируются со Следующим признаком и т.д. При отбрасывании худших комбинаций учитывайте требования и критерии.

Результаты представьте в виде таблицы (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Варианты	Признак 1	Признак 2	Признак 3	Признак 4	Признак 5
Вариант 1					
Вариант 2					
Вариант 3					

Пример морфологического синтеза (фильтрация полученных решений):

A1+A2

Специальное оборудование	Комплекующие	
	A21	A22
A11		

A12	нет	нет
-----	-----	-----

A1+A2+A3

Прием заказов	A1+A2	
	A11+A21	A11+A22
A31	нет	нет
A32		

A1+A2+A3+A4

Квалификация специалистов	A1+A2+A3	
	A11+A21+A32	A11+A22+A32
A41		
A42		нет
A43	нет	нет

A1+A2+A3+A4+A5

Условия труда	A1+A2+A3+A4		
	A11+A21+A32+A41	A11+A21+A32+A41	A11+A22+A32+A41
A51	нет	нет	
A52		нет	нет
A53	нет		нет

Получаем 3 результирующих варианта:

1. A11+A21+A32+A41+A52 – необходимо современное оборудование отечественного производителя, агенты, работающие с индивидуальным подходом к заказчику, с опытом работы более трех лет, для их работы необходимо создать хорошие условия труда.

2. A11+A21+A32+A41+A53 – необходимо современное оборудование отечественных производителей, агенты, работающие с индивидуальным подходом к заказчику, с опытом работы более трех лет, для их работы необходимо создать отличные условия труда.

3. A11+A22+A32+A41+A51 – необходимо современное оборудование зарубежных производителей, агенты, работающие с индивидуальным подходом к заказчику, с опытом работы более трех лет, для их работы необходимы удовлетворительные условия труда.

2. Выбор оптимального варианта по обобщенным критериям,

2.1. Для выбора оптимального варианта из множества перспективных вариантов, сформированных на предыдущем шаге, необходимо выдвинуть частные критерии выбора (не менее 5), Оцените вес каждого критерия так, чтобы общая сумма весов всех критериев была равна 1.

2.2. Дайте экспертную оценку каждого варианта по каждому частному критерию в виде качественных оценок: *отлично, очень хорошо, хорошо, удовлетворительно, посредственно, неудовлетворительно*. Переведите

качественные оценки в количественные при использовании шкалы от 0 до 1. Рассчитайте для каждого из вариантов Значения каждого из 5-ти интегральных критериев, приведенных ниже.

2.3.Аддитивная свертка частных критериев — Значение интегрального критерия определяется как сумма значений частных критериев, поделенная на количество частных критериев. В случае, если частные критерии имеют различную важность (вес), то вместо формулы среднеарифметического для определения значения интегрального критерия используют средневзвешенное арифметическое.

2.4.Мультипликативная свертка частных критериев. При использовании данного критерия не требуется нормировка частных критериев. Если частные критерии имеют одинаковый вес, значение интегрального критерия определяется по формуле среднегеометрического. Если же частные критерии имеют различную важность, то определяется средневзвешенное геометрическое. Как и в случае аддитивной, свертки сумма весовых коэффициентов должна быть равна 1.

2.5.Метод идеальной точки. Прежде всего, необходимо задать идеальную точку x_0 , т.е. объект с наилучшими значениями по всем критериям. Для этого по каждому из частных критериев q_j , необходимо определить наилучшее значение $q_i(x_0)$

Как правило, $q_i(x_0) = \max_i q_i(x_i)$

Значение интегрального критерия для объекта x_i - задается как взвешенная сумма расстояний между ним и идеальной точкой ли по всем частным критериям. Наилучшим является объект, имеющий минимальное значение критерия.

Если оценки объектов по частным критериям получены в порядковой (ранговой) шкале измерений, то расстояние между точками x_0 и x_i определяется по формуле:

$$\bar{q}(x_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^m v_j (1 - r_j)^2}, i = \overline{1, n}.$$

Существуют и различные модификации метода идеальной точки. В частности, расстояния по каждому из частных критериев не суммируются, а находится максимальное отклонение. Наилучшим считается объект, у которого максимальное отклонение минимально. При решении задач выбора этот критерий позволяет «отбраковывать» альтернативы с большими отклонениями по отдельным критериям.

2.6. По каждому критерию определите наилучший вариант. Результаты представьте в виде таблицы (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Критерии (веса)	Варианты			Наилучший результат
	X ₁	X ₂	X ₃	
1				
2				
3				
4				
5				

2.5. Пример выбора по критериям:

Зададим весовые коэффициенты значимости каждого из критериев (K) отбора:

1. Уникальность = 0,4
2. Функциональность = 0,3
3. Стоимость = 0,15
4. Реклама = 0,1
5. Известность = 0,05

Проведем пять экспертных оценок по этим критериям для выбора оптимального результирующего варианта.

Оценки по частным критериям:

- 1) Отлично (о) = 1,0
- 2) Очень хорошо (ох) = 0,75
- 3) Хорошо (х) = 0,625
- 4) Удовлетворительно (у) = 0,5
- 5) Посредственно (п) = 0,25
- 6) Неудовлетворительно (н) = 0

1. Максимум суммы взвешенных оценок:

$$F = \sum_{i=1}^n w_i F_i(x_j) \rightarrow \max_{x_j} \in X$$

Критерии (веса)	Варианты		
	X ₁	X ₂	X ₃
K ₁ (0,4)	ох	х	ох
K ₂ (0,3)	у	ох	о
K ₃ (0,15)	у	о	х
K ₄ (0,1)	х	ох	х
K ₅ (0,05)	о	у	х

Решение			
1	0,4*0,75=0,3	0,4*0,625=0,25	0,4*0,75=0,3
2	0,3*0,5=0,15	0,3*0,75=0,225	0,3*1=0,3
3	0,15*0,5=0,075	0,15*1=0,15	0,15*0,625=0,09375
4	0,1*0,625=0,0625	0,1*0,75=0,075	0,1*0,625=0,0625

5	0,05*1=0,05	0,05*0,5=0,025	0,05*0,625=0,03125
Итого	0,6375	0,725	0,7875

Максимум суммы взвешенных оценок равен 0,7875 (вариант X₃)

2. Минимум суммы отклонений от «идеальной точки»:

$$F = \sum_{i=1}^n w_i (\widetilde{F}_i - F_i(x_j)) \rightarrow \min_{x_j} \in X$$

Критерии (веса)	Варианты		
	X ₁	X ₂	X ₃
K ₁ (0,4)	ох	х	ох
K ₂ (0,3)	у	ох	о
K ₃ (0,15)	у	о	х
K ₄ (0,1)	х	ох	х
K ₅ (0,05)	о	у	х

Решение			
1	0,4*(1-0,75)=0,1	0,4*(1-0,625)=0,15	0,4*(1-0,75)=0,1
2	0,3*(1-0,5)=0,15	0,3*(1-0,75)=0,075	0,3*(1-1)=0
3	0,15*(1-0,5)=0,075	0,15*(1-1)=0	0,15*(1-0,625)=0,05625
4	0,1*(1-0,625)=0,0375	0,1*(1-0,75)=0,025	0,1*(1-0,625)=0,0375
5	0,05*(1-1)=0	0,05*(1-0,5)=0,025	0,05*(1-0,625)=0,01875
Итого	0,3625	0,275	0,2125

Минимум суммы отклонений от «идеальной точки» равен 0,2125, что соответствует выбору третьего результирующего варианта X₃, как и получилось при первом методе экспертных оценок.

3. Минимум суммы квадратов отклонений от «идеальной точки»:

$$F = \sum_{i=1}^n (w_i (\widetilde{F}_i - F_i(x_j)))^2 \rightarrow \min_{x_j} \in X$$

Квадраты отклонений от «идеальной точки»

Критерии (веса)	Варианты		
	X ₁	X ₂	X ₃
K ₁ (0,4)	0,1 ² =0,01	0,15 ² =0,0225	0,1 ² =0,01
K ₂ (0,3)	0,15 ² =0,0225	0,075 ² =0,005625	0 ₂ ² =0
K ₃ (0,15)	0,075 ² =0,005625	0 ² =0	0,05625 ² =0,003164
K ₄ (0,1)	0,0375 ² =0,00140625	0,025 ² =0,000625	0,0375 ² =0,001406
K ₅ (0,05)	0 ² =0	0,025 ² =0,000625	0,01875 ² =0,000352
Итого	0,03953125	0,031875	0,014922

Минимум суммы квадратов отклонений 0,014922 соответствует варианту X₃. Этот критерий позволяет отсеять альтернативы со

значительными отклонениями значений частных критериев от их максимальных значений, т.к. такие отклонения, возведенные в квадрат, резко ухудшают значение интегрального критерия.

4) Минимум максимального отклонения:

$$\max_i w_i (\widetilde{F}_i - F_i(x_j)) \rightarrow \min_{x_j} \in X$$

Максимальный весовой коэффициент равен 0,4.

Критерии (веса)	Варианты		
	X ₁	X ₂	X ₃
K ₁ (0,4)	ох	х	ох
K ₂ (0,3)	у	ох	о
K ₃ (0,15)	у	о	х
K ₄ (0,1)	х	ох	х
K ₅ (0,05)	о	у	х

Решение			
1	0,4*(1-0,75)=0,1	0,4*(1-0,625)=0,15	0,4*(1-0,75)=0,1
2	0,4*(1-0,5)=0,2	0,4*(1-0,75)=0,1	0,4*(1-1)=0
3	0,4*(1-0,5)=0,2	0,4*(1-1)=0	0,4*(1-0,625)=0,15
4	0,4*(1-0,625)=0,15	0,4*(1-0,75)=0,1	0,4*(1-0,625)=0,15
5	0,04*(1-1)=0	0,4*(1-0,5)=0,1	0,4*(1-0,625)=0,15
Итого	0,65	0,55	0,55

Минимум максимального отклонения равен 0,55. Оптимальные варианты: X₂, X₃.

5) Максимум минимальной оценки:

$$\min_i w_i (\widetilde{F}_i - F_i(x_j)) \rightarrow \max_{x_j} \in X$$

Минимальный весовой коэффициент 0,05

Критерии (веса)	Варианты		
	X ₁	X ₂	X ₃
K ₁ (0,4)	ох	х	ох
K ₂ (0,3)	у	ох	о
K ₃ (0,15)	у	о	х
K ₄ (0,1)	х	ох	х
K ₅ (0,05)	о	у	х

Решение			
1	0,05*0,75=0,0375	0,05*0,625=0,03125	0,05*0,75=0,0375
2	0,05*0,5=0,025	0,05*0,75=0,0375	0,05*1=0,05
3	0,05*0,5=0,025	0,05*1=0,05	0,05*0,625=0,03125

4	$0,05*0,625=0,03125$	$0,05*0,75=0,0375$	$0,05*0,625=0,03125$
5	$0,05*1=0,05$	$0,05*0,5=0,025$	$0,05*0,625=0,03125$
Итого	0,16875	0,18125	0,18125

Максимум минимальной оценки 0,18125 (варианты X_2, X_3)

4. На основании проведенных экспертных оценок по пяти интегральным критериям оптимальным может считаться третий вариант: $A11+A22+A32+A41+A51=X_3$ – необходимо современное оборудование зарубежных производителей, агенты, работающие с индивидуальным подходом к заказчику, с опытом работы более трех лет, для их работы необходимы удовлетворительные условия труда.

Данный вариант является лидером по критериям. Следовательно, для повышения производительности труда следует соблюдать следующие условия: необходимо использовать современное оборудование и комплектующие отечественного производителя. Необходимо нанимать квалифицированный персонал (стаж работы до 3-х лет), обеспечивать удовлетворительные условия труда и индивидуальный подход к каждому заказчику,

3. Составление отчета.

В отчет должны войти: результаты морфологического анализа - выбранная система, требования и критерии оценки, морфологическая таблица (таблица 3.1), таблицы для каждого шага морфологического синтеза, результирующая таблица (таблица 3.2), вычисленные значения по различным критериям для каждого варианта (таблица 3.3)

№4

«МЕТОДЫ ПОРОЖДАЮЩИХ ГРАММАТИК»

Цель работы: получить практические навыки в формировании функций системы и функций управления методами порождающих грамматик.

Самостоятельная работа: изучение методов порождающих грамматик.

1. Метод структурно-функционального проектирования А.С.Казарновского позволяет порождать управляющие и управляемые функции производственной системы, а также структуры для их реализации путем комбинирования элементарных родов деятельности и структурных элементов деятельности.

Этот порождающий механизм представляет собой язык описания деятельности. Язык включает выявленное на основе анализа производственной системы небольшое число элементарных функций

(«алфавит» языка) и правил из комбинирования («синтаксис» языка). С помощью этого языка формировалась полиструктура производственной системы, включающая 4 вида структур; технико-технологическую (ТС), организационную (ОС), эргономическую (ЭС) и социальную (СС).

Выделяется пять несводимых друг к другу родов деятельности;

1. *h* - производство (выпуск продукции, оказание услуг);
2. *v* - жизнеобеспечение (поддержание элементов системы);
3. *p* - организация (адаптация к внешним воздействиям);
4. *c* - управление;
5. *f* - обновление (создание новой продукции, уход, технологий).

Любой из этих родов деятельности можно принять за основной и, используя правило грамматики «присоединение слева», получить комбинацию с другим родом деятельности. Например:

vh — жизнеобеспечение производства;

ph — организация производства;

ch — управление производством;

fh — обновление производства/

К каждой из полученной комбинаций также можно присоединить любой род деятельности, например:

pvh — организация жизнеобеспечения производства;

pfh — организация обновления производства;

cvh — управление жизнеобеспечением производства.

Подобным образом могут формироваться и более сложные комбинации[^]

cpvh — управление организацией жизнеобеспечения производства;

fevh — развитие управления жизнеобеспечением производства;

pcf — организация управления обновлением производства.

Кроме того, для каждой функции можно выделить части, связанные со стандартными структурными элементами:

- 1) *i* – обеспечение предметами деятельности;
- 2) *k* – обеспечение инструментами;
- 3) *l* – обеспечение энергией;
- 4) *o* – вывод продукции;
- 5) *t* – технологическое преобразование.

Эти подфункции также можно комбинировать с любыми элементарными или составными функциями. Например:

ich - получение вводных данных для управления производством;

tcfh - преобразование информации (принятие решения) в процессе управления обновлением производства;

osvh - вывод (передача) решения по управлению жизнеобеспечения производства.

Интерпретация функций (определение их содержания) в значительной мере условна и зависит от соглашений.. Например, в деятельности по созданию нового объекта можно условиться считать подфункцию *tf*-проектированием, *of*-внедрением.

Подход применялся для моделирования сложных производственных объектов, для совершенствования организационных структур. Главное преимущество метода Казарновского — принцип комбинаторного порождения функций, который и позволяет создать язык моделирования.

2. Метод последовательного синтеза информационных технологий управления. В основе данного метода лежит последовательное формирование множества задач управления, функций переработки информации и сопоставление каждой из функций информационных и программно-технических средств их реализации.

Сначала формируются задачи управления путем комбинирования этапов жизненного цикла производства продукта с этапами жизненного цикла управления (рис. 1). Обозначим множество фаз жизненного цикла получения конечных продуктов через $P = \{p_i\}$: $< p_1$ – выявление потребности, p_2 – снабжение, p_3 – производство ...>. а множество этапов управления через $Z = \{z_j\}$: $< z_1$ – прогнозирование, z_2 – планирование, z_3 - учет (контроль) ...>. Последовательно сопоставляя элементы множества P и Z , сформируем множество задач управления по выпуску продуктов:

$$PZ = < p_1z_1, p_1z_2, \dots p_iz_j, \dots p_nz_m >$$

Примеры задач управления:

- 1) P_1z_1 – прогнозирование потребности в продукте;
- 2) P_2z_2 – планирование снабжения;
- 3) P_3z_2 – планирование производства;
- 4) P_3z_3 – контроль производства.

Некоторые комбинации могут быть отброшены, как несущественные.

Затем определяется множество функций управления комбинированием сгенерированных задач с этапами жизненного цикла переработки информации (рис.1). Обозначим фазы переработки информации через $X = \{x_j\}$: $< x_1$ – регистрация информации, x_2 — сбор информации, x_3 – передача информации, x_4 – обработка информации, ...>. Последовательно сопоставляя элементы множеств PZ и X неопределим множество функций переработки информации при реализации каждой из задач управления:

$$PXZ = \langle p_1 z_1 x_1, p_1 z_2 x_2, \dots p_i z_j x_k, \dots p_n z_m x_l \rangle$$

Примеры функций управления:

$p_1 z_1 x_2$ — сбор исходной информации для прогнозирования потребности в продукте;

$p_2 z_2 x_3$ — передача информации, используемой для планирования снабжения;

$p_3 z_2 x_4$ - обработка информации в процессе планирования производства.

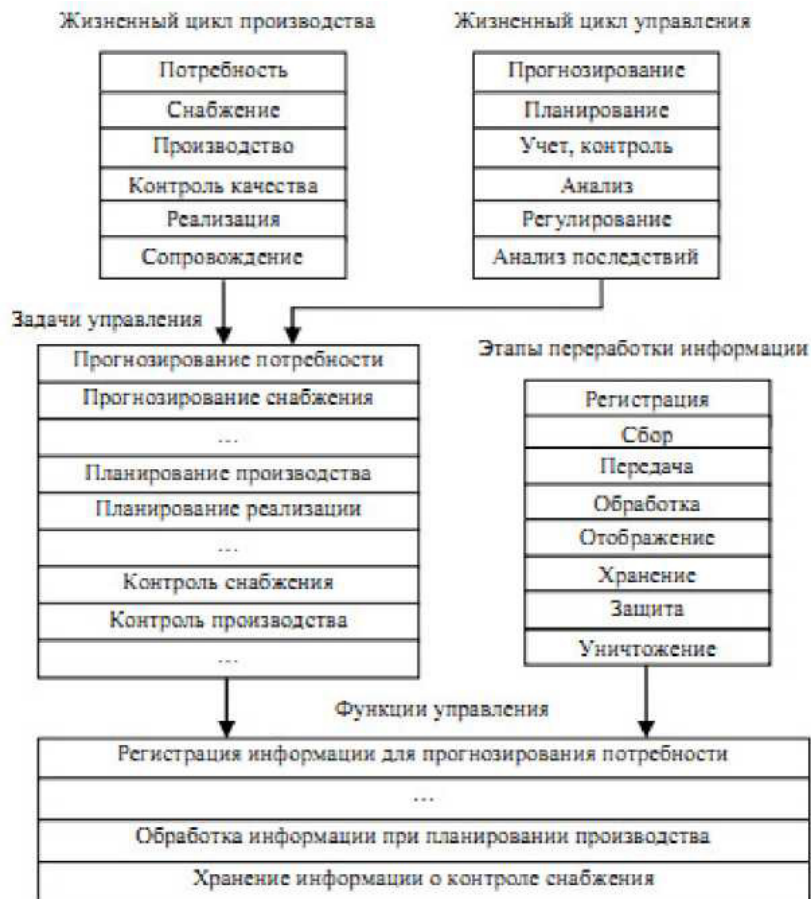


Рис.1. Схема формирования технологий управления

Предложенная схема позволяет, с одной стороны, перейти к проектированию инструментальным, математическим, технических и информационно-программным методов и средств, но реализации необходимых этапов жизненного цикла переработки информации при решении функциональных задач управления на каждой фазе жизненного цикла производства материальных конечных продуктов, а с другой – к формированию технологии, как определенной последовательности управленческих действий по получению информационных конечных продуктов системы.

Порядок выполнения работы:

1. Выбор объекта (производственной системы в соответствии с приложением 2), для которой будут формироваться основные и обеспечивающие функции.

2. Формирование основных функций.

Сформируйте сначала комбинации (4-5) из двум основным функциям. Дайте им интерпретацию - текстовое наименование. Наименования давайте с учетом предметной области. Взяв полученные комбинации за основу (часть из них), сформируйте комбинации из трех функций (4-5), а затем — из четырех (3-4). Запишите кодовые обозначения (например, *pcjh*, *cpvh*). Дайте им интерпретацию.

3. Формирование функций, связанных со структурными элементами:

Выберите часть функций, сформированных на предыдущем шаге, и скомбинируйте их с подфункциями по обеспечению предметами деятельности, энергией, инструментами, а также по выпуску продукции и технологическому преобразованию. Общее количество функций - не менее 5. Запишите кодовые обозначения функций и дайте им интерпретацию, учитывая, какие конкретно структурные элементы содержит рассматриваемая система (например, для кафе предметы деятельности - это продукты и заказы клиентов, для автосервиса - ремонтируемые автомобили, запчасти и заявки),

4. Формирование функций управления:

Выбор объекта (производственной системы в соответствии с приложением 2).

5. Формирование исходных множеств.

Сформируйте множество этапов жизненного цикла производства продукта (оказания услуги). При этом интерпретируйте стандартные этапы жизненного цикла производства (выявление потребности, проектирование, снабжение, производство, хранение, транспортировка и реализация, обслуживание) с учетом специфики выбранной системы. Например, для турфирмы в качестве снабжения может рассматриваться получение информации от туроператора о туристических маршрутах.

Составьте множество этапов управления. Составьте множество этапов переработки информации, используя стандартные этапы - регистрация, сбор, хранение, обработка, отображение, передача информации и т.д.

6. Формирование функций управления.

Сгенерируйте задачи управления (8-10) путем комбинирования Этапов жизненного цикла производства и этапов управления. Сгенерируйте функции управления (8-10) путем комбинирования сформированных задач управления

и этапов переработки информации. Формулировки задач и функций управления составляйте не механически, а адаптируя их к конкретной предметной области,

7. Составление отчета.

В отчет должны войти: результаты проектирования по методу Казарновского - выбранная система, кодовые обозначения и интерпретации основных функций, а также функций, связанных со структурными элементами; результаты формирования функций управления - выбранная система, исходные множества этапов жизненного цикла производства, управления и переработки информации, формулировки задач управления и функций управления

№5

«ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ»

Цель работы: получить практические навыки в формировании иерархической содержательной модели сложной проблемосодержащей системы.

Самостоятельная работа: изучение методов декомпозиции, методологий структурного анализа.

Порядок выполнения работы:

1.1. Выбор объекта системного анализа - многофакторной проблемы, возникшей в сложной системе.

Примеры проблем:

- 1) низкая эффективность деятельности производственной системы в целом (организации предприятия или конкретного подразделения, отдела);
- 2) низкая эффективность бизнес-процесса (производства продукции, оказания услуги, поставки комплектующих, реализации продукции, логистики и т.д.);
- 3) недостаточный уровень развития определенной сферы деятельности в регионе (транспортной системы, Энергетики, туризма, демографии и т.д.);
- 4) наличие угроз безопасности (энергетической, общественной и т. д.).

Пример: объектом системного анализа является наукоемкое производственное предприятие, основной вид деятельности - разработка и производство современной телекоммуникационной аппаратуры. Проблема заключается в большой капиталоемкости основного производства.

1.2. Декомпозиция проблемосодержащей системы.

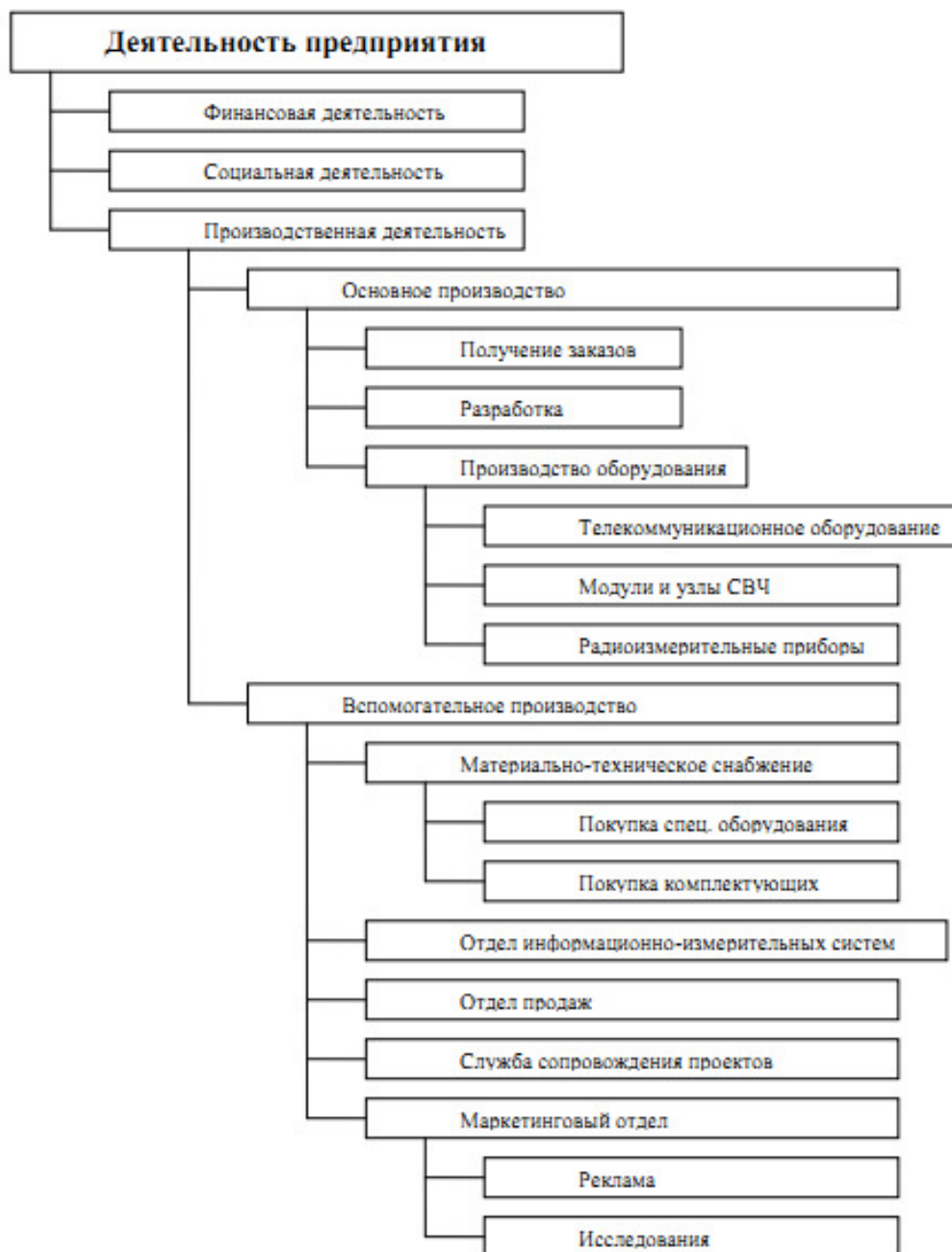


Рис. 1. Иерархическая содержательная модель подсистемы

Декомпозируйте проблемосодержащую систему и ее окружающую среду. При выделении подсистем давайте как можно более конкретные наименования. Например, при выделении подсистем микросреды можно указать конкретные организации- поставщики, вышестоящие органы, группы потребителей. При выделении подсистем по видам конечных продуктов указывайте конкретную продукцию (услуги). Выделение этапов жизненного цикла и технологических производите, исходя из используемой в системе технологии. Результат декомпозиции представьте в виде иерархической Содержательной модели системы (см. рисунок 1).

1.3. Описание связей подсистем друг с другом и с окружающей средой.

Для выделения отдельных видов связей используются различные типы линий: материальные потоки изображаются сплошной линией, информационные - пунктирной, финансовые - точечной (см. рисунок 2).

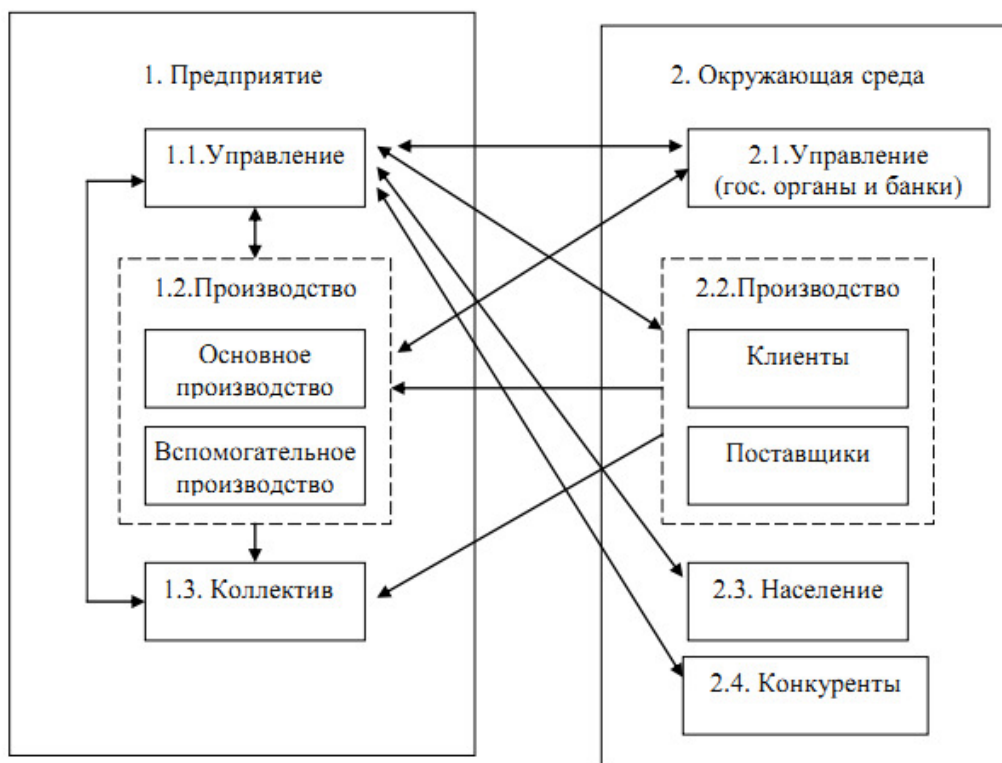


Рис. 2. Описание связей подсистем друг с другом и с окружающей средой

Подсистемы исследуемой организации

Управление организацией: генеральный директор, зам. ген. директора по внешним связям (представляет интересы компании на различного рода выставках, конференциях и т.д.), гл. бухгалтер (обеспечение необходимой документацией и отчетностью).

Производство: производство телекоммуникационного оборудования, модулей, узлов и приборов СВЧ-диапазона.

Коллектив предприятия: генеральный директор, зам. ген. директора по внешним связям, руководитель отдела снабжения, начальник отдела продаж, начальник маркетингового отдела, руководитель службы сопровождения, начальник отделения информационно-измерительных систем, гл. инженер, гл. бухгалтер, производственный персонал.

Подсистемы окружающей предприятие среды

Управление: органы государственной власти (налоговая инспекция, пенсионный фонд и пр.), органы системы сертификации, органы местного самоуправления, городские службы.

Производство: предприятия-поставщики, предприятия-клиенты (операторы связи, предприятиям топливно-энергетического комплекса, железнодорожного и речного транспорта, федеральные органы исполнительной власти), предприятия-партнеры, участвующие в деятельности системы (дилеры, рекламные компании, конкурирующие фирмы, социальные службы).

Население: работоспособное население города, области, страны.

Внутренние связи подсистем предприятия

1.1-1.2 Планы поставок материалов и оборудования согласно объему производства, планы выполнения заказов исходя из прошлых периодов объемов продаж, планы развития производства на основе маркетинговых исследований, планы ремонта исходя из состояния Зданий и оборудования, графики планово-предупредительных ремонтов.

1.1.-1.3 Контроль труда сотрудников и планы улучшений труда и отдыха (назначение ответственных за каждый этап на производстве, поощрения и премии), общей атмосферы в коллективе (либеральные руководители), повышение уровня жизни сотрудников (регулярные медицинские проф. обследования и бесплатное лечение).

1.2-1.1 Информация о процессах производства конечного товара о состоянии оборудования (разделение на 2 аппаратных уровня; аппаратура первого уровня имеет расширенный набор функциональных возможностей, а аппаратура второго уровня имеет типовой набор функциональных возможностей), о процессах материально-технического обеспечения, о процессах ремонта, о потерях, отходах и др.

1.2-1.3 Создание условия труда и отдыха для сотрудников (начисление "сверхчасов"; одночасовые перерывы на обед).

1.3-1.1 Информация о сотрудниках и проблемах коллектива, об условиях работы и отдыха (доска почета).

Влияние исследуемой системы на окружающую среду

1.1-2.1 Информация о деятельности организации (производственно-финансовой, социальной), предложение о развитии и функционировании предприятия как научно-производственного. Различного рода отчетность (в налоговые органы, бюджетные и внебюджетные фонды).

1.1-2.2 Поставка продукции предприятиям и организациям, заключившим договор на заказ оборудования, либо обычная реализация продукции через отдел продаж,

1.1-2.3 Информация о возможностях системы в интересах населения, о потребностях в рабочей силе.

1.1-2.4 Информация по договорам, о возможном сотрудничестве.

Влияние окружающей среды на исследуемое предприятие

2.1-1.1 Законодательные и нормативные акты, определяющие механизмы хозяйствования (сертификат соответствия, позволяющий организации вести разработку, производство и техническое обслуживание товара).

2.1-1.2 Приобретаемые комплектующие, оборудование и другие элементы материально-технического снабжения.

2.1-1.3 Предоставление образовательных услуг для работников, медицинское и социальное обеспечение.

2.3-1.1 Предложение рабочей силы.

2.4-1.1 Информация о деятельности конкурентов.

1.4. Содержательное описание подсистем.

Выберите несколько основных подсистем (не менее 5) и составьте для них содержательное описание в виде классификаторов структурных элементов (ПД - предметов деятельности, СД - средств деятельности, КП — конечных продуктов, К - кадров), параметров каждого структурного элемента и параметров процесса. Пример содержательного описания подсистемы приведен в таблице 1.

Таблица 1

Содержательное описание подсистем

Подсистема	Группа элементов	Элементы и их параметры
Получение заказов	КП	Принятый и утвержденный заказ на поставку оборудования (срок, объем поставки, сумма)
	ПД	Заказы от потенциальных клиентов на поставку оборудования (срок, объем поставки, сумма)
	СД	Профессиональные навыки (опыт работы, стаж, коммуникабельность), средства связи, вычислительная техника, ПО (название, тип, цена)
	К	Персонал отдела продаж (ФИО, должность, стаж)
	Процесс	Время оформления заказа, затраты

Производство	КП	Произведенное оборудование (название, тип, тех, характеристики)
	ПД	Научные разработки (название, тип)
	СД	Спец, оборудование, вычислительная техника, профессиональные навыки (опыт работы, стаж, коммуникабельность)
	К	Персонал отдела производства (ФИО, должность, стаж)
	Процесс	Время на производство разработанного оборудования, затраты
Материально-техническое снабжение	КП	Комплектующие, расходные материалы, оборудование (наименование, количество, цена)
	ПД	Договора на поставку материалов (срок, объем поставки, стоимость)
	СД	Средства связи, вычислительная техника. ПО (название, тип, цена), профессиональные навыки (опыт работы, стаж, коммуникабельность)
	К	Персонал отдела снабжения (ФИО, должность, стаж)
	Процесс	Время на реализацию, затраты
Отдел информационно-измерительных систем	КП	Протестированное оборудование (название, тип, тех. характеристики)
	ПД	Произведенное оборудование (название, тип, тех. характеристики)
	СД	ГОСТы, сертификаты (требования, тех. характеристики)
	К	Персонал отдела информационно-измерительных систем (ФИО, должность, стаж)
	Процесс	Время на тестирование произведенного оборудования, затраты
	КП	Рекламный контракт (цена, сроки, актуальность)
	ПД	Информация об услугах, оборудовании, новинках, акциях (полнота, достоверность, описание, цена)
	СД	СМИ (эффективность, цена, качество), вывески, рекламные щиты, листовки (месторасположение, эффективность, цена), Интернет
	К	Персонал маркетингового отдела (ФИО, должность, стаж)

	Процесс	Периодичность, эффективность, масштабность
Маркетинговое исследование	КП	Варианты поведения на рынке (конкуренты, риски, рентабельность, примерные цены),
	ПД	Состояние рынка (насыщенность)
	СД	Опросы, исследование рынка (бюджет, сроки выполнения)
	К	Персонал маркетингового отдела (ФИО, должность, стаж)
	Процесс	Время и затраты на разработку, затраты

Если в качестве исследуемой системы выступает не производственная система и не бизнес-процесс, а, например, социальная сфера региона, то могут быть использованы другие классификаторы, например, вместо структурных элементов — различные аспекты, характеризующие подсистему.

3. Составление отчета.

В отчет должны войти: описание исходной проблемы, иерархия подсистем проблемосодержащей системы и окружающей среды, схемы взаимосвязей подсистем друг с другом и с окружающей средой, содержательное описание подсистем в виде классификаторов элементов и параметров

№6

«АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНОСОДЕРЖАЩЕЙ СИСТЕМЫ»

Цель работы: получить практические навыки в анализе сложных систем, в выявлении проблем и тенденций.

Самостоятельная работа: изучение методов сравнительного анализа, ретроспективного анализа и причинного анализа.

Порядок выполнения работы:

1. Сравнительный анализ.
- 1.1. Определение соответствия требованиям.

Определите, кто является основными заинтересованными сторонами (стейкхолдерами). К ним могут относиться субъекты, входящие как в проблемосодержащую систему, так и во внешнюю среду. Например, для производственной системы это могут быть потребители продукции, поставщики, вышестоящие системы (государство), руководство компании и сотрудники; для определенной сферы региона - население региона, органы государственного и муниципального управления и т.д.

Сформулируйте требования, предъявляемые заинтересованными сторонами (см. таблицу 1). Требования могут предъявляться как к конечным результатам деятельности системы, так и к процессу, происходящему в системе. Например, для производственной системы это могут быть требования к ассортименту и качеству продукции, её стоимости, к срокам поставок и т.д. Кроме того, требования могут выдвигаться и к отдельным подсистемам.

Таблица 1
Требования к системе

Стейкхолдеры	Предъявляемые требования
Государство	Своевременная оплата налогов, соблюдение Трудового Кодекса и охраны труда
Потребители продукции	Доступные цены, удобная доставка, удобство платежа, качественный товар, широкий ассортимент
Руководство компании	Высокая производительность, увеличение прибыли, снижение издержек
Сотрудники	Охрана труда, достойная зарплата, автоматизированность технических процессов, сокращение рабочего дня
Поставщики	Долгосрочные контракты, своевременная оплата по договорам, увеличение объема закупок

Словесные формулировки требований дополните «идеальными» с точки зрения актора значениями параметров (см. таблицу 2). Сопоставление идеального и реального бизнеса.

Таблица 2.

Параметр	Идеальный бизнес	Реальный бизнес
Ассортимент продукции	25	10
Автоматизированность технологических процессов (в %)	100%	75 %
Сроки изготовления (ед.)	5 дней	10 дней
Стоимость материалов (комплектующих)	2000	5000
Средняя цена (за ед.)	15000	19000

По результатам сравнения выдвинутых требований и реального положения дел необходимо сформулировать основные проблемы (см. таблицу 3). Перечень проблем нужно проранжировать с учетом глубины расхождений между текущим положением дел и «идеальным».

Таблица 3
Перечень проблем системы

Проблема	Место
-----------------	--------------

Небольшой ассортимент продукции	4
Наличие неавтоматизированных технологических процессов	3
Большие сроки изготовления единицы изделия	5
Высокая удельная стоимость материалов (комплектующих)	2
Высокая цена за единицу изделия	1

1.2. Определение уровня исследуемой системы.

Проведите сравнение текущего состояния исследуемой системы с состояниями аналогичных систем. Например, при оценке уровня компании осуществляется сравнение показателей её деятельности с показателями других фирм-лидеров, имеющих аналогичные процессы. При оценке уровня развития определенной сферы региона сравниваются уровень характеризующих её показателей с уровнем в других регионах, в других странах, а также со средним уровнем по стране, с мировым уровнем.

Сравнение может происходить как на уровне всей системы в целом, так и на уровне отдельных подсистем. Помимо параметров с объективно измеряемыми значениями, могут использоваться и качественные параметры. В этом случае, их значения (например, в баллах) определяются экспертами.

Данные для сравнительного анализа представляются в виде таблицы 4.

Таблица 4

Сравнительный анализ с конкурентами

Параметр	Компания	Конкурент 1	Конкурент 2
Ассортимент	10	15	20
Автоматизированность технологических процессов (В %)	75%	55 %	95 %
Сроки изготовления	10 дней	15 дней	8 дней
Стоимость материалов (комплектующих)	5000	0	5000
Средняя цена (за ед.)	19000	13000	16000

2. Ретроспективный анализ.

Задача ретроспективного анализа - выявить, как изменяются значения показателей деятельности системы с течением времени, определить тенденции изменения. Для этого используются методы анализа временных рядов.

2.1. Построение тренда.

Исходной информацией для построения тренда являются данные об изменении основных показателей деятельности системы за определенный предшествующий период (по годам, кварталам, месяцам и т.д.). При этом

выбираются параметры (из классификатора системы в целом или её отдельных подсистем) с количественными значениями, изменяющимися со временем. Достаточно 1-3 параметров. Данные могут быть представлены в виде таблицы. Затем для каждого из выбранных параметров строится тренд (в контекстном меню выбрать пункт — *Добавить линию тренда*).

Типы линий тренда:

1) *Прямая линия тренда* используется для создания прямой линии, которая наилучшим образом описывает простой линейный набор данных (т.е. подходит для величины, которая возрастает или убывает с постоянной скоростью). Для расчета точек методом наименьших квадратов прямая линия тренда использует следующее уравнение: $y=kx+b$, где k — это наклон, а b — смещение.

2) *Логарифмическая линия тренда* используется для описания величины, которая вначале быстро растет или убывает, а затем постепенно стабилизируется (например, рост популяции животных, обитающих в ареале с фиксированными границами). Логарифмическая линия тренда может использовать отрицательные и положительные значения данных. Для расчета точек методом наименьших квадратов логарифмическая линия тренда использует следующее уравнение: $v=c\ln x+b$, где c и b — константы и \ln — функция натурального логарифма.

3) *Полиномиальная линия тренда* используется для описания величин, попеременно возрастающих и убывающих (например, при анализе большого набора данных о нестабильной величине). Степень полинома определяется количеством экстремумов (максимумов и минимумов) кривой. Обычно полином второй степени имеет только один экстремум, полином третьей степени — один или два экстремума, а полином четвертой степени — до трех экстремумов. Для расчета точек методом наименьших квадратов полиномиальная линия тренда использует следующее уравнение: $y=b+c_1x+c_2x^2+c_3x^3+\dots+c_6x^6$, где b и $c_1\dots c_6$ — константы.

4) *Степенная линия тренда* используется для отображения зависимости, которая характеризуется постоянной скоростью роста (например, ускорение гоночного автомобиля за каждый интервал времени, равный одной секунде). Если в данных имеются нулевые или отрицательные значения, использование степенной линии тренда невозможно. Для расчета точек методом наименьших квадратов степенная линия тренда использует следующее уравнение: $y=cx^b$, где c и b — константы.

5) *Экспоненциальная линия тренда* используется, если скорость изменения данных непрерывно возрастает. Однако для данных, которые

содержат нулевые или отрицательные значения, экспоненциальная линия тренда неприменима. Для расчета точек методом наименьших квадратов экспоненциальная линия тренда использует следующее уравнение: $y = ce^{bx}$, где c и b - константы и e — основание натурального логарифма.

б) *Линия тренда с линейной фильтрацией (скользящее среднее)* позволяет сгладить колебания данных и таким образом более наглядно отображает характер зависимости. Линейный фильтр строится по определенному числу точек данных (задается параметром точки). Элементы данных усредняются, и полученный результат используется в качестве точки линии тренда. Так, если параметр точки равен 2, первая точка линии тренда с линейной фильтрацией определяется как среднее значение первых двух элементов данных, вторая точка — как среднее второго и третьего элементов, и так далее.

Линия тренда с линейной фильтрацией использует уравнение: $F_t = (A_t + A_{t-1} + \dots + A_{t-n+1})/n$, где A_t — значение простого скользящего среднего в точке t ; n — количество значений исходной функции для расчёта скользящего среднего (сглаживающий интервал), чем шире сглаживающий интервал, тем более плавным получается график функции; A_{t-1} - значение исходной функции в точке $t-1$.

Число точек в линии данного тренда равно общему числу точек ряда за вычетом числа, указанного для параметра "Точки".

Линия тренда получается наиболее точной, когда ее величина достоверности аппроксимации R (число от 0 до 1, отображающее степень соответствия ожидаемых значений для линии тренда фактическим данным) близка к единице. При добавлении линии тренда к данным значение величины достоверности аппроксимации рассчитывается в Excel автоматически. Чтобы отобразить это значение на диаграмме, установите флажок *поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации (R^2)* (диалоговое окно *Формат линии тренда*, категория *Параметры линии тренда*).

Пример построения графика и тренда с помощью MS Excel проиллюстрирован на рисунке 2.

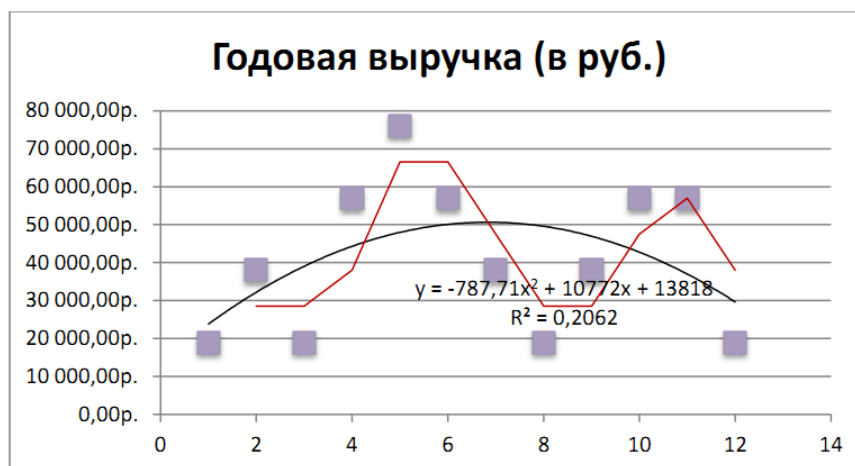


Рис. 2. Пример построения тренда в MS Excel.

2.2. Анализ тренда.

Для каждого из построенных трендов нужно определить его тип. Примеры типов трендов: возрастающая (убывающая) наклонная прямая; горизонтальная прямая; колебательная кривая с незначительными (значительными) колебаниями вокруг горизонтальной (наклонной положительной или отрицательной) оси; возрастающая (убывающая) кривая с точкой резкого возрастания (убывания); кривая с резким выбросом (вверх или вниз).

На основе выявленных типов трендов нужно сделать выводы о негативных и позитивных тенденциях.

3. Причинный анализ.

3.1. Построение дерева причин.

Дерево причин строится сверху вниз. На верхнем уровне формулируется основная (интегральная) проблема, на втором уровне - основные проблемы, на следующем — проблемы, являющиеся причинами вышестоящих проблем и т.д. При этом в дерево могут включаться ранее выявленные (в процессе сравнительного, ретроспективного анализа) проблемы. Дерево не обязательно должно иметь вид строгой иерархии, т.к. разные проблемы могут иметь одну и ту же причину.

Далее оценивается важность причин с помощью одного из методов выявления мнений экспертов (ранжирования, парных сравнений, непосредственной оценки, последовательного сравнения и пр.). Результаты представляются в виде таблицы.

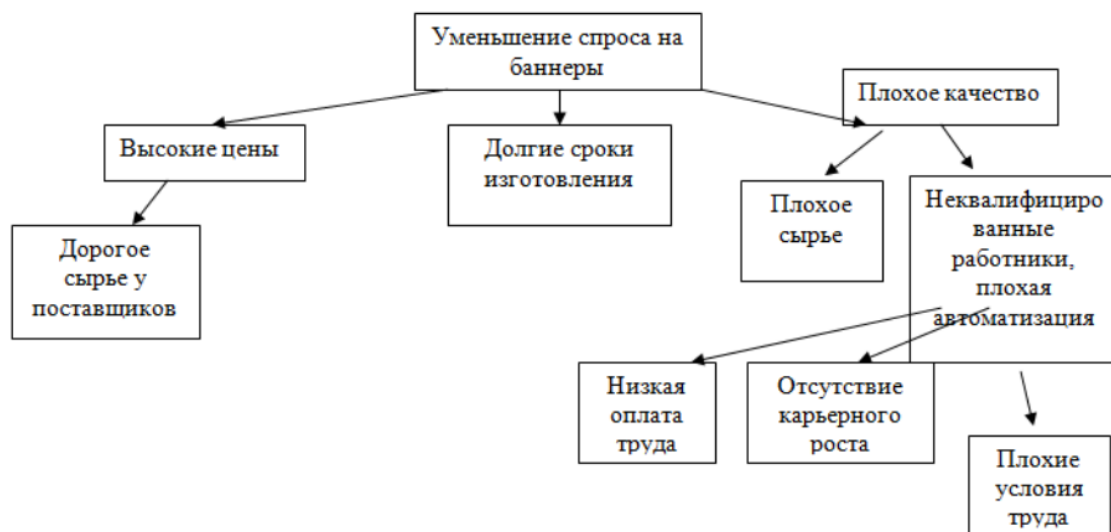


Рис. 2 Пример построения дерева причин

3.2. Построение причинно-следственной диаграммы («рыбий скелет»).

Диаграмма Каору Исикавы (1952 г.) позволяет в простой и доступной форме систематизировать все потенциальные причины рассматриваемых проблем, выделить самые существенные и провести поуровневый поиск первопричины.

Изучаемая проблема на диаграмме — это «голова рыбьей кости». «Хребет» на диаграмме условно изображается в виде прямой горизонтальной стрелки. Причины и факторы, прямо и косвенно влияющие на проблему, изображаются наклонными стрелками — это «кости».

На диаграмму Исикавы по направлению влево наносят основные «кости» (категории), которые имеют отношение к рассматриваемой проблеме. Для начала команда экспертов может рассмотреть общие категории.

Все возможные причины обычно распределяют по категориям по принципу «5М»:

1. Man (человек) — причины, связанные с человеческим фактором.
2. Machines (машины, оборудование) — причины, связанные с оборудованием.
3. Materials (материалы) — причины, связанные с материалами.
4. Methods (методы, технология) - причины, связанные с технологией работы, с организацией процессов.
5. Measurements (измерения) — причины, связанные с методами измерения.

Основные категории распределяют в нисходящем порядке, начиная с той категории, которая имеет наибольшую вероятность того, что ее причины

вызвали проблему. То есть та категория с причинами, которая, по мнению экспертной команды, является основной — будет ближе к «голове рыбы» (см. рис. 4).

Для каждой категории строятся дополнительные «кости», представляющие отдельные причины, а у тех, в свою очередь, добавляются свои подпричины. Таким образом, получается разветвленное дерево, связывающее причины возникновения несоответствия, находящиеся на разном уровне детализации. Таким способом можно добраться до первичных причин, устранение которых наиболее сильно повлияет на устранение всего несоответствия.

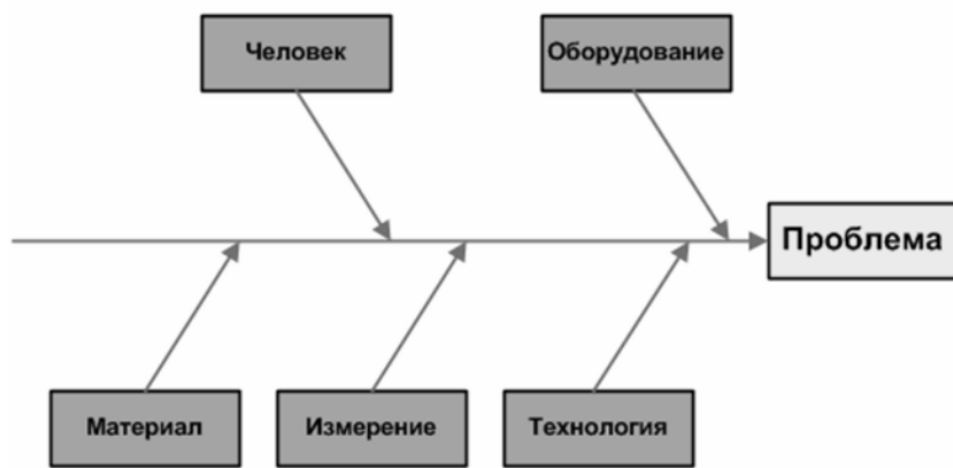


Рис. 4. Диаграмма Исикавы с основными категориями причин

Устранить все выявленные причины невозможно, или нерентабельно. Требуется выявить две или три наиболее важные первичные причины и управлять ими. Для этого эксперты должны выделить те первичные причины из массы возможных и те последствия несоответствия, которым нужно уделить наибольшее внимание. Для ранжирования причин и оценки тяжести последствий удобно использовать анализ FMEA (Failure Mode and Effects Analysis).

При проведении анализа FMEA команда рассчитывает обобщенную оценку, указывающую на степень риска возникновения несоответствия. Это приоритетное число риска (ПЧР), характеризуемое:

- значимостью последствия несоответствия — S (significance — значимость);
- возможностью возникновения причины несоответствия - O (origination - начало, происхождение, originate — возникать);
- возможностью обнаружения причины - D (detection - обнаружение, выявление). Каждый из рангов — S , O , D — определяется по 10-балльной шкале, составляемой в форме таблицы или графика. ПЧР причины

рассчитывается как произведение этих трех рангов и может принимать значения от 1 до 1000. Те причины, у которых ПЧР больше заданного предельного значения, и подлежат устранению в первую очередь.

Аналогично диаграмму Исикавы можно использовать и для анализа последствий. Изменив направление «костей», можно получить вероятные последствия, которые также ранжируются на основании экспертных оценок и помогают оценить срочность и целесообразность организации корректирующих и предупреждающих мероприятий.

Выберите одну из основных проблем. Выделите категории возможных причин её возникновения. Примеры категорий для производственных процессов: исполнители, машины и оборудование, материалы, используемые методы и технологии, окружающая среда, управление и т.д. По каждой из категорий сформулируйте причины, обусловившие выбранную проблему. Представьте причины в виде диаграммы «рыбий скелет».

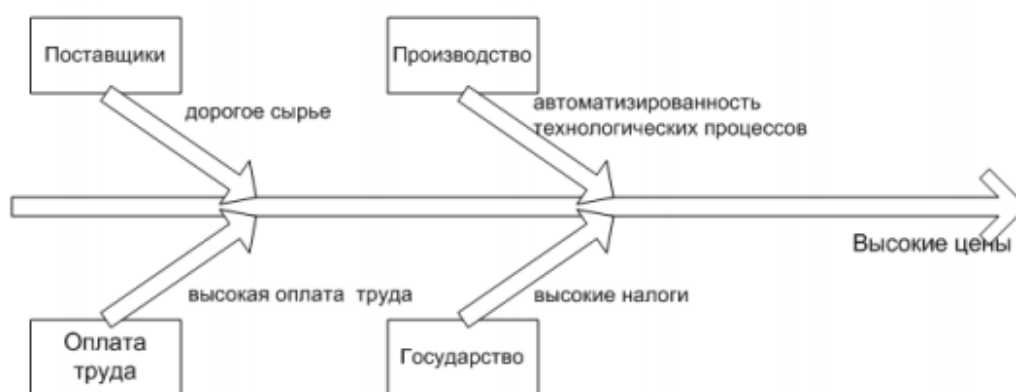


Рис. 5. Пример причинно-следственной диаграммы

4. Составление отчета по системному анализу.

В отчет должны войти: требования к системе и результаты анализа требований; результаты оценки уровня исследуемой системы; результаты ретроспективного анализа; дерево причин, диаграмма «рыбий скелет».