

ГЛАВА 9. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕКА, РАБОТАЮЩЕГО В КОЛЛЕКТИВЕ

9.1. Особенности взаимодействия работников в трудовых коллективах в стандартных условиях

Производственная деятельность специалиста происходит в коллективах, создающих блага.

Умение правильно компоновать коллектив исполнителей любой большой работы требует специального изучения ряда свойств исполнителей. Прежде всего необходимо учесть, насколько специалисты могут интегрировать свой трудовой потенциал. В этой связи представляют значительный интерес исследования, проведенные Р. Акофом и Ф. Э. Эмери, о целеустремленных системах [9.1].

По мнению этих авторов два обстоятельства определяют способность человека выполнять некоторые функции при их совместной деятельности. На эту возможность влияют внутренние самооценки человека и его оценка состояния окружающей среды.

Авторами выделены четыре психологических типа индивидов, которые определяются способностью личности адаптироваться к меняющейся окружающей среде.

Основные критерии, характеризующие способность к адаптации, определяются самооценкой и типом реакции на воздействие среды. Для оценки внутреннего восприятия окружающей среды авторы предложили рассматривать два психологических типа: объективерт и субъективерт.

Объективерты – люди, которые при оценке ситуации рассматривают воздействия внешней среды, как основной источник, меняющий его положение в среде.

Субъективерты склонны считать, что основной причиной, вызывающей дискомфорт, является собственное (субъективное) состояние.

Например, в некоторой ситуации человек ощущает озноб. Объективерт прежде всего считает, что причиной является изменение температуры окружающей среды, тогда как субъективерт причину ознона ищет в состоянии своего здоровья.

Кроме оценки окружающей среды человеку присуща и определенная реакция, которую авторы также представляют в виде двух стереотипов поведения: интернализацию и экстернализацию.

Личность, склонная к интернализации в своей деятельности, прежде всего старается совершенствовать свое поведение. В то же время личность, склонная к экстернализации, стремится изменить среду. На-

пример, интерналист, почувствовавший озноб, ищет способ излечения от болезни, которая по его мнению вызвала дискомфорт. Личность же, склонная к экстернализации, стремится прежде всего изменить внешнюю среду.

В связи с этим авторы предложили рассматривать способность личности адаптироваться к изменениям с помощью двухмерного вектора. Для этого они ввели двухмерное пространство, где по одной оси отложена мера самооценки личности, а по второй – ее реакция на окружающую среду (рис. 9.1). В этом пространстве уравновешенная личность изображается точкой, совпадающей с началом координат, расположенным в центре плоскости. Однако абсолютно уравновешенные личности – это абстракция. Реальный человек изображается вектором, где по одной оси отложена его самооценка, а по другой – реакция, отличающаяся от нуля. Соответственно в первом квадранте этой плоскости расположены векторы, соответствующие объективным экстерналистам. Во втором – объективным интерналистам, в третьем – субъективным интерналистам, в четвертом – субъективным экстерналистам.



Рис.9.1. Типы личности

Особенно интересно в этой модели представление взаимодействия двух личностей. На рис.9.2 изображены свойства двух личностей, одна из которых представлена вектором OB (первый квадрант), и вторая – вектором OA (третий квадрант). Авторы постулируют, что взаимо-

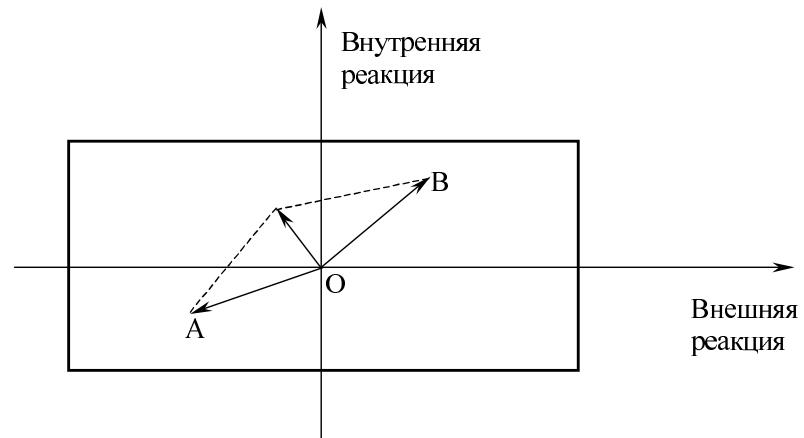


Рис.9.2. Взаимодействие двух личностей

действие таких субъектов определяется полусуммой векторов. Они утверждают, что если полусумма векторов – величина, близкая к нулю, то между субъектами, характеризуемыми этими векторами, вероятность конфликта минимальна. В то же время, если векторы находятся в одном квадранте или близки друг к другу, их полусумма велика и, следовательно, неуравновешенность системы также велика. Поэтому в такой системе вероятность конфликтов значительно больше.

Если коллектив состоит из нескольких лиц, мера уравновешенности и спокойствие коллектива определяются величиной суммарного вектора, характеризующего всех его членов.

Авторы приводят ряд экспериментальных данных, подтверждающих эту точку зрения. Несмотря на ограниченность экспериментального материала мы считаем, что данная модель может логически объяснить причины конфликтов между личностями в трудовом коллективе.

Предлагается модель Акоффа и Эмери совершенствовать и распространить на задачу формирования оптимальных коллективов работников.

Исходные положения. Из модели, предложенной в работе [9.1] о целеустремленных системах следует, что наиболее стабильной является личность, у которой внутренние и внешние реакции на возбуждающие факторы друг друга уравновешивают. Согласно теории, изложенной в [9.1], такие субъекты характеризуются изображающей точкой, совпадающей с началом координат.

Однако авторы не учитывают того, что векторы, характеризующие свойство субъекта, являются функциями внешних стимулов, которые могут изменяться в широких пределах. Следовательно, указывая для субъекта вектор, характеризующий индивидуальность, необходимо указать, при каких условиях построен этот вектор.

В зависимости от динамики изменения стимулов вектор может изменять не только величину, но и направление. Все это позволяет представлять субъекта в виде динамического элемента, подверженного воздействию факторов, меняющихся во времени.

Ниже приводится модель, позволяющая исследовать поведение системы в динамических условиях.

9.2. Формализованное описание субъекта, работающего в коллективе

Чтобы оценить отдельного субъекта, работающего в коллективе, рассмотрим модель, характеризующую динамику его функционирования. Четыре фактора определяют эффективность труда отдельного работника.

1. Его профессиональные способности и квалификация.
2. Его адаптивность к реальным условиям данного предприятия (психологический тип).
3. Внешние стимулы, определяющие заинтересованность в результатах труда.
4. Внутренняя мотивация.

Каждый из этих факторов представим в виде вектора. Вектор профессиональных способностей и квалификации рассмотрен в [9.2]. Вектор, характеризующий адаптивность субъекта к работе в коллективе, рассмотрен в предыдущем разделе. Вектор внешних стимулов определяется организацией рабочего места и конкретными условиями, в которых оператору приходится осуществлять трудовые функции. Мотивация вырабатывается в результате жизненной ситуации, в которой находится данный субъект.

Сразу охватить все многообразие явлений, определяемых взаимодействием этих факторов, затруднительно, поэтому проблема будет рассмотрена поэтапно. На первом этапе мы представим работника, функционирующего в однородной среде в окружении коллег, имеющих такие же характеризующие векторы, как у выделенного отдельного субъекта. В этом случае мы можем представить субъекта психологическим объектом, изображенным в виде модели его генетических способностей, на которую воздействуют силы, представленные

двумя векторами: вектором, определяемым внешними стимулами, и вектором, характеризующим внутреннюю мотивацию и его адаптивность к условиям работы.

Предположение об однородности среды позволяет еще больше упростить модель. Психологический тип работника, его адаптивность, как было принято в предыдущем разделе, определяется двумя параметрами: внутренней реактивностью и способностью воздействовать на внешнюю среду. Эти два параметра в том случае, когда окружающие условия создают субъекту наиболее комфортные условия для труда, в сумме близки к нулю.

Сделаем предположение, что в этих условиях адаптивность субъекта к окружающим условиям максимальна. Для оценки способности субъекта к работе в данных условиях введем вектор адаптивность, обратный вектору неуравновешенности. При таком предположении адаптивность тем меньше, чем больше неуравновешен субъект в данных условиях, что соответствует повседневной практике деятельности в трудовом коллективе.

Второе предположение. Внешние стимулы, определяющие воздействие среды, полностью соответствуют профессиональным способностям и квалификации субъектов.

Третье предположение заключается в допущении, что требования, предъявляемые оператору, полностью соответствуют условиям, к которым данный субъект подготовлен оптимально.

Четвертое предположение. Субъект, работающий на современном предприятии, функционирует в условиях, когда воздействие внешней среды меняется в зависимости от времени. Чаще всего оператор находится под воздействием периодически изменяющихся стимулов, которые на нормально работающем предприятии стационарны.

Пятое предположение. Мотивация, действующая на субъекта, как и внешние стимулы, в процессе выполнения трудовых функций, меняются по периодическому закону, основная частота которого равна частоте изменения внешних стимулов.

Шестое предположение. При рассмотрении отдельного субъекта пока примем, что непосредственное взаимодействие с коллегами отсутствует.

Сделаем также ряд предположений о стимулах, действующих на субъекта.

Внешние стимулы, определяющие эффективность труда оператора, весьма разнообразны и трудно формализуемы. Однако для решения нашей проблемы нет необходимости составлять полный перечень отдельных факторов, способствующих производительности труда.

В дальнейшем ограничимся стимулами двух типов: стимулы, определяющие меру заинтересованности оператора, определяемые его вознаграждением за труд, выраженным в денежной форме, и стимулы, связанные с непосредственным воздействием на процесс труда, каковыми являются производственные ресурсы, поступающие к рабочему месту. Это позволяет количественно осуществлять их оценку путем представления стимулов в виде некоторой функции, инициирующей деятельность работника. Мало того, такой подход дает возможность моделировать интенсивность действий в виде некоторой функции, определяющей текущую стоимость средств, затрачиваемых на поддержание производственного процесса.

Аналогично, внутренняя мотивация, которая в действительности является совокупностью большого количества трудно формализуемых параметров психологической, нейрофизиологической и личностной оценки мотивов, управляющих эффективностью действия работника, в нашей модели будет заменена интегральным параметром – ожидаемым работником денежным вознаграждением.

Очевидно, что идеальной организацией рабочего места является такое построение производственного процесса, при котором внутренние и внешние стимулы совпадут по частоте и фазе с вектором , характеризующим его подготовленность для выполнения данной работы. В дальнейшем предполагается, что изменения внешних и внутренних стимулов, выраженные через текущую стоимость их реализации, могут отличаться по интенсивности, частоте и по фазе воздействия. При этом они между собой коррелированы. Однако в линейной модели производственного процесса мы будем считать их независимыми, представляя в виде гармонических функций $f(t) = f \cos \omega t$ и $\bar{F}(t) = x \cos \omega t$, где x - смещение относительно центра массы, моделирующей среду.

В таком случае для моделирования адаптивности субъекта предлагаются ввести некоторый осциллятор, параметры которого отражают способность субъекта производить работу и адаптироваться к различным условиям труда. Параметры, характеризующие осциллятор, представляются в виде двух составляющих его психологического типа. На этот осциллятор действуют все перечисленных выше факторы: профессиональная пригодность, внешние стимулы и внутренняя мотивация.

Обобщенная координата, характеризующая состояние производственного процесса в модели, представляет движение осциллятора. Она определяется вектором адаптивности. На рис. 9.3 изображена

структурная предлагаемой динамической модели. Параметры k и m определяют психологические особенности субъекта: параметр m поставим в соответствие с внутренней реактивностью субъекта, а параметр k – с внешней.

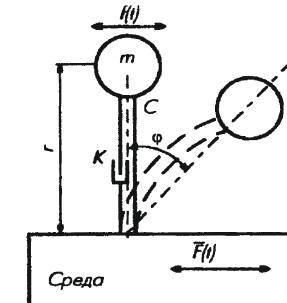


Рис. 9.3. Модель взаимодействия субъекта со средой

Кроме того, введем параметр производительности труда, который примем пропорциональным скорости изменения обобщенной координаты . На рис. 9.3 этот параметр представлен в виде способности преобразовывать энергию в полезную продукцию, в модели он обозначен буквой g . Модель малых колебаний со всеми перечисленными элементами можно представить в виде колебательного звена, на которое действуют две периодические силы: $f(t)$, представляющая в модели возмущения, вызванные внутренней мотивацией субъекта, и $F(t) = g\dot{\varphi} + kx$, моделирующая внешние стимулы, определяющие воздействие среды.

В дальнейшем будем предполагать, что инерция предприятия бесконечно велика. Тогда движение в точке заделки осциллятора будет определяться заданным движением модели предприятия, у которого бесконечно большая инерция $m_0 = \infty$, а закон движения $x_0(t)$ независим от движения осциллятора.

Рассматриваемую модель можно описать линейным дифференциальным уравнением

$$mr\ddot{\varphi} + gr\dot{\varphi} + kr\varphi = f(t) + \bar{F}(t)$$

Чтобы упростить дальнейшую запись, величину r примем равной единице. Тогда уравнение получит вид:

$$m\ddot{\varphi} + g\dot{\varphi} + k\varphi = f(t) + \bar{F}(t) = F(t). \quad (9.1)$$

где правая часть моделирует стимулирующие воздействия. Это элементарное дифференциальное уравнение позволяет моделировать стационарный процесс взаимодействия отдельного субъекта с производственной средой.

9.3. Математическая модель множества субъектов, работающих в коллективе

Полученное уравнение (9.1) мы анализировали неоднократно. Применительно к решаемой задаче необходимо более детально интерпретировать значения его коэффициентов.

Действительная часть коэффициента $(g_1 + ig_0) = g$ характеризует влияние скорости, с которой человек осуществляет технологическую операцию.

Действительная часть коэффициента $k = (k_1 + ik_0)$ моделирует способность специалиста в ходе выполнения цикла операций восстанавливать свои силы и подготовиться к выполнению следующего цикла.

Особенно необходимо остановиться на использовании в модели мнимой части коэффициентов g и k .

Рассмотрим, как можно интерпретировать мнимую часть коэффициента g . При моделировании экономических объектов мы использовали член ig_0 для воспроизведения в модели процесса рассеивания энергии, вызываемого несовершенством производства. Это потери, которые выводятся из производственного процесса, но не обращаются в полезный продукт. Они засоряют среду и не превращаются в полезный продукт. В рассматриваемой модели он воспроизводит некомпетентность специалиста или его неспособность использовать израсходованную им энергию, например, затрачивая ее на переделку некачественной работы.

Коэффициент ik_0 моделирует избыточную энергию, затрачиваемую на амортизацию изношенного оборудования. Она в модели работника может интерпретироваться как результат утомления, так и накопления усталости, которая приводит к уменьшению скорости выполнения рабочих функций.

Производственную деятельность коллектива работников, выполняющих стереотипные функции, можно представить в виде системы, изображенной на рис. 9.4. Здесь отдельный работник моделируется осциллятором, изображенном на рис. 9.4а. На рис. 9.4б изображено предприятие – центр, инерция которого представлена элементом M_0 .

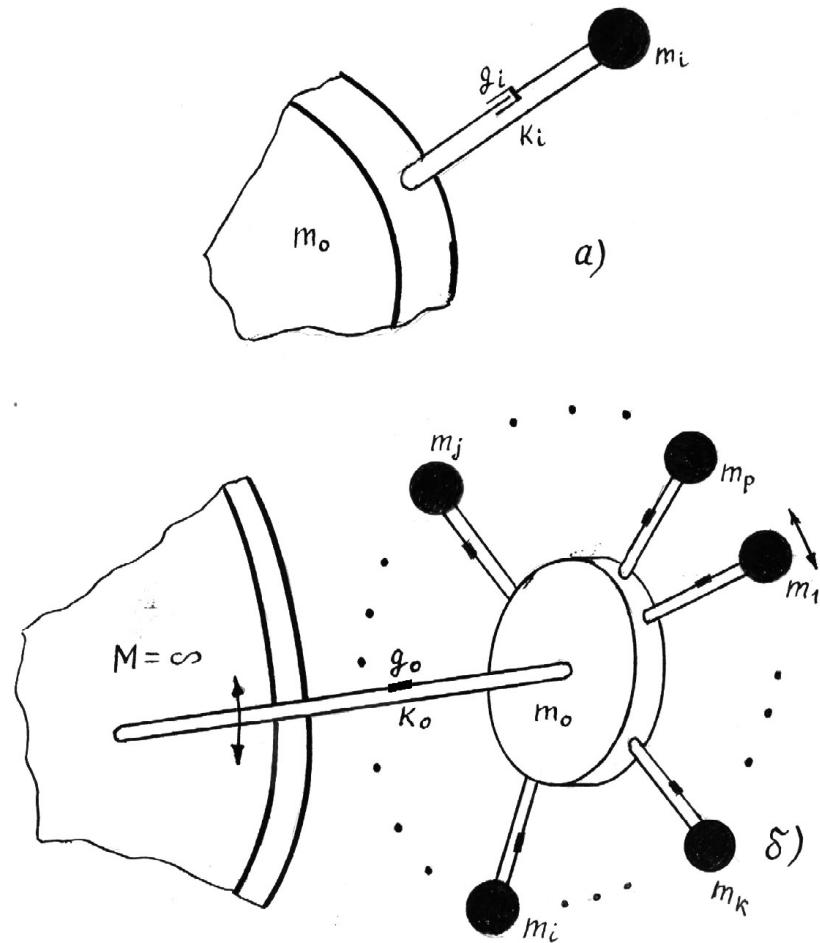


Рис. 9.4. Модель взаимодействия предприятий с операторами:

- а) модель одного оператора,
- б) модель p операторов, взаимодействующих с отраслью через предприятия

На предприятии работает p специалистов, выполняющих стереотипные функции.

Перейдем к составлению математической модели.

Систему дифференциальных уравнений линеаризованной модели, как мы делали неоднократно, составим по методу Лагранжа с учетом функции рассеивания по Релею.

Энергия движения в системе имеет вид

$$2T = m_0 \dot{x}_0^2 + \sum_{i=1}^p m_i \dot{x}_i^2.$$

Функция рассеивания по Релею

$$2R = \sum_{i=1}^p g_i (\dot{x}_0 - \dot{x}_i) + g_0 \dot{x}_0$$

Энергия, накопленная в системе –

$$2U = \sum_{i=1}^p k_i (x_0 - x_i) + k_0 x_0^2$$

Обобщенные силы обозначим $F_i(t)$.

Нужно помнить, что в этих выражениях в общем случае, когда учитываются энтропийные процессы, коэффициенты g и k должны быть представлены комплексными величинами.

Кроме параметров, характеризующих эндогенные свойства элементов неавтономной системы, следует учесть действующие силы-ресурсы (в общем случае энергию, поступающую к осцилляторам), моделирующие воздействие среды на рассматриваемую систему, которые мы обозначали

$$F_i(t), \quad i \in \{0, 1, \dots, p\}$$

В символической форме уравнения модели имеют вид *

$$\begin{aligned} & \left[m_0 s^2 + \sum_{i=0}^p g_i s + \sum_{i=0}^p k_i \right] x_0 + \sum_{i=0}^p (g_i s + k_i) x_i = F_0(s) \\ & (m_i s^2 + g_i s + k_i) x_i - (g_i s + k_i) x_0 = p_i(s), \quad \forall i \in \{i\} \end{aligned} \quad (9.2)$$

Полученная система описывает производственные процессы во внутренней среде системы – стабильно работающего предприятия и стабильно функционирующих специалистов (работников).

Прежде чем перейти к систематическому анализу блока «экономика», см. рис. 5.2, необходимо составить суждение о спектральных свойствах модели, изображенной на рис. 9.4б. Для определения собственных колебаний этой системы составим характеристическое уравнение. Оно имеет вид:

$$\Delta = \begin{vmatrix} A & -b_1 & -b_2 & \dots & -b_p \\ -b_1 & a_1 & 0 & \dots & 0 \\ -b_2 & 0 & a_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ -b_p & 0 & 0 & \dots & a_p \end{vmatrix} = 0, \quad (9.3)$$

$$\text{где } A = m_0 s^2 + \sum_{i=0}^p g_i s + \sum_{i=0}^p k_i$$

$$a_i = m_i s^2 + g_i s + k_i$$

$b = g_i s + k_i$, $g_i, k_i \forall i \in \{0, p\}$ суть величины комплексные.

Преобразуем определитель к треугольной форме. Для этого умножим каждую строку, начиная со второй и до $p+1$, на $\frac{b_i}{a_i}$, последовательно сложив их с первой, получим

$$\Delta = \begin{vmatrix} A - \sum_{i=1}^p \frac{b_i}{a_i} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ -b_1 & a_1 & 0 & \dots & 0 \\ -b_2 & 0 & a_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ -b_p & 0 & 0 & \dots & a_p \end{vmatrix} = 0 \quad (9.4)$$

* Как и в главе 8, все модели в этой главе предполагаются линеаризованными.

Поскольку определитель треугольной формы равен произведению диагональных членов, запишем:

$$\Delta = \left(A - \sum_{i=1}^p \frac{b_i}{a_i} \right) \prod_{i=1}^p a_i = 0 \quad (9.5)$$

Перейдем к анализу уравнения (9.5). Начнем с рассмотрения абстрактных примеров. В первом примере положим, что параметры-характеристики всех элементов, моделирующих отдельных специалистов, одинаковы и, следовательно,

$$a_i = a_j = a \text{ при } \forall (i, j) \in \{1, \dots, p\}, \quad (9.6)$$

$$b_i = b \text{ при любом } i \in \{1, \dots, p\},$$

а инерционный элемент m_0 удовлетворяет условию $m_i \ll m_0 < \infty$. Тогда уравнение (9.5) можно записать в форме

$$(A - p \frac{b}{a}) a^p = 0$$

или

$$(Aa - pb)a^{p-1} = 0,$$

откуда следует, что у уравнения есть множитель $a=0$, повторенный $p-1$ раз. Заметим, что в случае, когда параметры всех элементов a_i отличаются друг от друга, определитель (9.5) не имеет кратных корней.

Из каждого уравнения $a_i = 0$ можно определить по четыре равные собственные числа, а из уравнения

$$(Aa - pb) = 0$$

найдем остальные восемь.

Интегрируя уравнения, получим собственные формы колебаний, соответствующие $4(p-1)+8$ корням.

Решить эту формализованную задачу не сложно, хотя громоздко и не наглядно, так как решения получаются из численных расчетов. Поэтому имеет смысл для интерпретации полученного решения проблему рассматривать поэтапно.

На первом этапе рассмотрим систему без учета энтропийных явлений $(ig_i = ik_i = 0)$, а параметры элементов

$a_i, i \in \{1, \dots, p\}$, как оговорено выше, будем считать одинаковыми. Тогда собственные формы модели, изображенной на рис.9.4б, с учетом принятых ограничений, определим из соответствующих уравнений $a_i = 0$. Обратим внимание на то обстоятельство, что корни уравнения $a_i = 0, i \in \{1, \dots, p-1\}$ являются и парциальными частотами элементарных объектов, изображенных на рис. 9.4б. Поэтому собственные формы уравнений $a_i = 0$ элементов m_i совпадают с собственной формой осциллятора, изображенного на рис.9.4а. Собственная форма этого осциллятора имеет единственный узел, расположенный в точке сочленения элемента m_i с элементом, у которого инерция бесконечно велика. Следовательно, в модели 9.4б узел, соответствующий корню уравнения $a_i = 0$, должен лежать на центральном элементе m_0 . Это может иметь место только в том случае, когда центральный элемент m_0 , удовлетворяющий этому условию, будет вести себя как элемент, у которого соответствующий параметр m_0 сделается бесконечно большим, что соответствует условию $m_0 < \infty$. В реальных условиях это возможно только в том случае, когда реакция всех остальных $p-1$ элементов m_i на элемент m_0 при колебаниях с собственной частотой ω_i будет в любой момент времени в точности равна по величине реакции от воздействия элемента m_i . Но эта реакция должна иметь фазу, отличающуюся от реакции i -го элемента на π радиан. Таких состояний у системы $p-1$.

Рассмотрим условия их возникновения. Предположим, что кроме обобщенной силы, изменяющейся по гармоническому закону, приложенной к элементу m_i , на любой другой элемент $m_j = m_i$ действует обобщенная сила, в точности равная обобщенной силе, действующей на элемент m_i , но фаза этой силы отличается от фазы силы, действующей на элемент m_i , на π радиан. В этом случае, если остальные элементы не возбуждаются извне, сумма сил, действующих на элемент m_0 со стороны элемента m_i , будет уравновешивать реакцию от воздействия элемента m_i и, следовательно, элемент m_0 , несмотря на то, что он удовлетворяет условию $m_0 \ll \infty$, будет вести себя так, как если бы центральный элемент имел параметр m_0 равный бесконечности.

Таким образом, чтобы возбудить собственную форму, соответствующую корню уравнения, равному ω_{α_k} , достаточно к любой паре

элементов приложить возмущение, изменяющееся, соответственно, по закону $a_i \sin \omega t$ и $a_j \sin(\omega t - \pi)$, где $\alpha_i = \alpha_j$.

В случае, когда в системе число элементов равно p , таких сочетаний можно составить $p(p-1)=n$. Обратим внимание на то, что все эти сочетания возбуждают идентичные колебания, т.к. рассматриваемый эффект будет иметь место независимо от того, на какие элементы m_i и m_j действуют возбуждающие силы.

Вторую собственную форму возможно возбудить, приложив три источника колебаний к трем элементам системы. В самом деле, пусть к элементу m_i приложена возмущающая сила частоты ω , равной собственной частоте, определенной из уравнения $a_i = 0$. Чтобы ее уравновесить, не обязательно силу, тормозящую элемент m_0 в виде реакции, приложить к элементу m_j . Можно тот же эффект получить, если амплитуду силы $a_j \sin(\omega t - \pi)$ разделить на две части и одну составляющую приложить к элементу j , а вторую, с амплитудой, равной $a_k = a_i - a_j$, приложить к любому k -му, $k \in \{1, \dots, p\} \setminus \{i, j\}$ – элементу из множества $\{k\} \setminus \{i, j\}$.

Нетрудно видеть, что в этом случае можно вызвать неограниченное число сочетаний, которые могут возбудить вторую собственную форму.

Обобщая по индукции приведенный выше результат, не трудно согласиться с тем, что в случае, когда к части элементов $k_i \in \{i\}$, приложить силы, равные $a_i \sin \omega t$, ко второй части из $\forall j \in \{j\}$ приложить силы $a_j \sin(\omega t + \pi)$ и остальные $\forall k \in \{p\} \setminus \{i\}, \{j\}$, не возбуждать, то узлы будут лежать на элементе с инерционным параметром m_0 , если имеет место условие $\sum_{\forall i} a_i = \sum_{\forall j} a_j$

Таких сочетаний, удовлетворяющих принятому условию, можно предложить $(p-1)$ не повторяющихся вариаций. Приведенное выше заключение означает, что существует $(p-1)$ не повторяющихся сочетаний, при которых собственные формы имеют узлы, расположенные на элементе, инерционный параметр которого равен m_0 . Следует отметить, что каждая форма может возбуждаться бесконечным множеством вариантов сочетаний. Лишь бы выполнялись условия

$$\sum a_i \sin \omega t = \sum a_j \sin(\omega t - \pi).$$

Завершая рассмотрение предложенной модели, предположим, что возмущающие силы $a_i \sin \omega t$, имеющие одинаковые фазы, приложены к элементам $m_i (\forall i \in \{p\})$. В этом случае воздействия всех элементов на элемент m_0 складываются и не уравновешиваются друг друга, поэтому узел колебаний с частотой ω_0 не может лежать на элементе m_0 .

Возможны два варианта этих колебаний. В первом парциальная частота $\omega_i = \sqrt{k_i/m_i}$ больше парциальной частоты $\omega_0 = \sqrt{k_0/m_0}$, а во втором она меньше. В первом случае узел колебаний лежит в элементе k_0 , во втором он лежит на всех элементах k_i на одинаковом расстоянии от сочленения с элементом m_0 .

Следовательно, и в том и в другом случае частота ω , равная $\sqrt{k_0/m_0}$, не может быть собственным числом, определенным из уравнений $a_i = 0$ для $\forall i \in \{p\}$. В этом случае частоты собственных колебаний $\omega_{соб1}$ и $\omega_{соб2}$ определяются двумя парами корней из уравнения

$$Aa - b = 0.$$

Отметим, что при этих формах колебания всех элементов синфазны. Они по фазе совпадают с колебаниями элемента m_i , или синхронно движутся в противофазе с ним.

9.4. Учет влияния энтропии

Если ограничения $ig_{0i} = 0$, $ik_{0i} = 0$ заменить более слабыми $ig_{0i} > 0$, $ik_{0i} > 0$, то каждый из присоединенных элементов будет описываться уравнением, у которого левая часть в символьической форме имеет вид

$$[m_i s^2 + (g_{i1} + ig_{i0})s + (k_{i1} + ik_{i0})]x(s). \quad (9.7)$$

У элемента, описываемого этим уравнением, как мы показали в главе 7, имеется две пары корней, которым соответствуют две собственные формы.

Теперь мы можем включить в модель параметры ig_{0i} и ik_{0i} . Отдельный элемент m_i в этом случае будет представлен осциллятором, у которого две степени свободы. Как и в уже рассмотренных случаях пока предположим, что у всех элементов динамические параметры одинаковы. Следовательно, у каждого элемента имеются две пары собственных частот. Формы, соответствующие этим частотам, ортогональны. Они при надлежащем воздействии могут быть возбуждены независимо.

Обозначим собственные частоты всех i -ых элементов ω_1 и ω_2 . При возбуждении с любой из этих частот мы имеем возможность распространить все полученные результаты на этот случай, когда ig_0 и ik_0 больше нуля. Следовательно, при возбуждении колебаний с обеими частотами ω_1 и ω_2 будут возбуждаться два спектра собственных колебаний. Особенности учета параметров g_{0i} и k_{0i} заключаются в том, что ортогональные формы, соответствующие каждому элементу m_i будут пересекаться и проходить через узлы, расположенные в месте сочленения элементов m_i с элементом m_0 .

9.5. Вынужденные колебания элементов модели

Для исследования вынужденных колебаний воспользуемся уравнениями (9.2). Как и при исследовании предыдущей модели рассмотрение будем вести поэтапно. На первом этапе предположим, что на систему действует только одна обобщенная гармоническая сила, частота которой равна ω_1 . Тогда в системе (9.7) правые стороны всех уравнений, кроме F_i , будут равны нулю, а $F_i \sin \omega t$. Решение по формуле Крамера представлено в виде отношения

$$x_i = \frac{\Delta_i}{\Delta}, \quad i \in \{1, \dots, p\}, \quad (9.8)$$

где i – номер возбужденного элемента.

Кроме ($p-1$) четверок собственных колебаний, определяемых у системы корней спектра, имеется 10 корней у системы с комплексным определителем $(Aa - b) = 0$, у которого комплексные коэффициенты ig_i , ik_i не равны нулю.

Чтобы определить вынужденные колебания, необходимо развернуть определители Δ и Δ_i при воздействии на систему гармонических колебаний, изображение которого обозначим $F_2(s)$.

Определитель Δ мы уже записали в форме $\Delta = (A - b)a^{p-1}$, и дополнительные определители Δ_i , $\forall i$ формируются из него элементарно.

Формы, соответствующие корням уравнений $a_i = 0$, $\forall i \in \{1, \dots, (p-1)\}$, отличаются тем, что если одни специалисты производят продукцию в оптимальном режиме, другие работают в противофазе и мешают им.

Рассмотренная система наиболее эффективна, когда она функционирует в режимах, при которых частота возбуждающих сил равна одной из пар корней уравнения $(Aa - b) = 0$, той, частота которой близка к частоте, определенной из этого уравнения при условии $ig_{0i} = ik_{0i} = 0$.

Особо остановимся на случае, когда определитель (9.5) не имеет кратных корней. В таком случае он не имеет собственной частоты, равной парциальной частоте элемента a_i , $\forall i \in \{i\}$. Учитывая малую энергоемкость отдельного элемента a_i , моделирующего отдельного человека, как это показано в механике (см. [9.4]), у системы возможна собственная частота $(\omega_i)_{\text{системная}}$ приблизительно, но не точно равная парциальной. В этом случае отдельный субъект работает в режиме антивибратора. В соответствующей форме при частоте $(\omega_i)_{\text{системная}}$ амплитуда колебаний i -го элемента делается очень большой, тогда как все остальные элементы системы движутся с очень малой амплитудой. В нашей модели, когда рассматривается функционирование коллектива, это соответствует режиму, когда среди операторов есть один-единственный работник, отлично приспособленный к выполнению задания и точно выполняющий все предписания технологического процесса, тогда как его коллеги не приспособлены выполнять работу в заданном режиме и трудятся спустя рукава потому, что внешние стимулы не соответствуют их внутренним или их квалификация и способности недостаточны. В этом случае добросовестный специалист трудится в стрессовом режиме и тогда его модель делается неадекватной, сказываются все нелинейные факторы, которые мы не рассматриваем.

Теперь мы имеем возможность трактовать значения мнимых частей ig_{0i} , ik_{0i} в уравнении (9.2). Они позволяют в модели учесть

рост энтропии, вызванный несовершенством оборудования и действий специалистов в процессе выполнения текущего цикла работы. Так, член ig_{0i} в модели представляет излишек энергии, затраченной специалистом из-за его недостаточной квалификации, что вызывает дополнительную усталость, а коэффициент ik_0 можно интерпретировать как меру дополнительного внутреннего напряжения специалиста, мешающего качественному выполнению его функций.

Таким образом, хотя оба члена ig_0 и ik_0 моделируют лишние потери энергии работающего специалиста, первый из них позволяет учесть лишние ее затраты при производстве некачественной продукции, которую следует затем исправлять, а второй моделирует дополнительное утомление, вызванное его недостаточной компетенцией. Изменением значений мнимых коэффициентов ig_0 и ik_0 можно моделировать и повышение квалификации, и восстановление работоспособности специалиста. Процесс обучения и восстановления с помощью коэффициентов ig_0 и ik_0 моделируется уменьшением их значений. Следовательно, с их помощью в модель вводятся члены, позволяющие учесть явления, связанные с изменением энтропии.

В реальных условиях изменения ig_{0i} и ik_{0i} приводят к изменению параметров m_i и k_i , что в конечном итоге изменяет собственную частоту $\omega_i = \sqrt{k_i/m_i}$ колебаний осциллятора, моделирующего специалиста.

Примечание 9.1. Любопытно отметить, что предложенную модель возможно использовать для моделирования производственной системы, состоящей из однопродуктовых предприятий, поставляющих продукцию на отраслевой рынок. В этом случае каждый осциллятор следует использовать для моделирования отдельного предприятия, а центральный элемент в модели применить для представления рынка.

Мало того, модель может быть использована и для моделирования звеньев любого уровня, используя осцилляторы для моделирования элементов нижнего уровня, а центральный элемент применить для моделирования рынка более высокого уровня, куда инцидентные элементы поставляют свою продукцию. В этих моделях параметры ig_0 и ik_0 имеют такой же смысл, какой мы им придали при использовании уравнения второго порядка с комп-

лексными коэффициентами при моделировании технологического процесса и других элементов экономических систем.

Примечание 9.2. Эта же модель может быть использована и для воспроизведения чисто человеческих отношений, если центральным элементом считать начальника, управляющего, инерция которого значительно превосходит инерцию подчиненных.

Примечание 9.3. Если эту модель использовать для воспроизведения процессов в любом звене иерархической системы, изображенной на рис. 9.4, то верхними элементами следует считать руководителей коллективов, а элементы нижнего уровня – использовать для моделирования подчиненных. Такая система адекватно моделирует иерархические системы, например, отношение подчиненных и начальников в армии.

9.6. Математическая модель коллектива, работающего на производстве с последовательным технологическим маршрутом

На основании изложенного производственный процесс с последовательным технологическим маршрутом можно представить в виде модели, изображенной на рис. 9.5. Для определения частотных свойств этой системы составим дифференциальные уравнения, описывающие j -тое подразделение, моделируемое элементом M_j :

$$B_j x_j - d_{0j} x_{j-1} + d_{0,j+1} x_{j+1} + \sum_{i=1}^{p_j} b_{ji} \Phi_{ji} = 0, \quad (9.8)$$

$$a_{ji} \Phi_{ji} - b_{ji} x_j = 0, \quad j = \overline{1, r}$$

В уравнениях приняты следующие обозначения:

$$B_j = M_j s^2 + (\sum_{j=1}^{p_j} g_{ji} + g_{0j} + g_{0,j+1})s + (\sum_{j=1}^{p_j} k_{ji} + k_{0j} + k_{0,j+1}),$$

$$d_{0j} = (G_{0j}s + K_{0j}), \quad d_{0,j+1} = (G_{0,j+1}s + K_{0,j+1}), \quad (9.9)$$

$$a_{ji} = (m_{ji}s^2 + g_{ji} + k_{ji}), \quad b_{ji} = (g_{ji}s + k_{ji}). \quad (9.10)$$

Определитель полученной системы уравнений имеет блочную структуру, см.(9.11).

$$\Delta = \begin{vmatrix} B_1 & -b_1 & -b_2 \Lambda & -b_{p_1} & -d_{02} \\ -b_1 & a_{11} & 0 & \Lambda & 0 \\ -b_2 & 0 & a_{21} & \Lambda & 0 \\ M & & & & 0 \\ -b_{p_1} & 0 & 0 & \Lambda & a_{p_1} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 & & & & \\ & 0 & & & \\ & & 0 & & \\ & & & 0 & \\ & & & & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 & & & & \\ & 0 & & & \\ & & 0 & & \\ & & & 0 & \\ & & & & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \Lambda & & & & \\ & \Lambda & & & \\ & & \Lambda & & \\ & & & \Lambda & \\ & & & & 0 \end{vmatrix} \\ \Delta = \begin{vmatrix} B_2 & -b_{21} & -b_{22} \Lambda & -b_{2p_2} & -d_{03} \\ -b_{21} & a_{21} & 0 & \Lambda & 0 \\ -b_{22} & 0 & a_{22} & \Lambda & 0 \\ M & & & & 0 \\ -b_{2p_2} & 0 & 0 & \Lambda & a_{2p_2} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 & & & & \\ & 0 & & & \\ & & 0 & & \\ & & & 0 & \\ & & & & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 & & & & \\ & 0 & & & \\ & & 0 & & \\ & & & 0 & \\ & & & & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \Lambda & & & & \\ & \Lambda & & & \\ & & \Lambda & & \\ & & & \Lambda & \\ & & & & 0 \end{vmatrix} \\ \Delta = \begin{vmatrix} B_3 & -b_{31} & -b_{32} \Lambda & -b_{3p_3} & -d_{0r} \\ -b_{31} & a_{31} & 0 & \Lambda & 0 \\ -b_{32} & 0 & a_{32} & \Lambda & 0 \\ M & & & & 0 \\ -b_{3p_3} & 0 & 0 & \Lambda & a_{3p_3} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 & & & & \\ & 0 & & & \\ & & 0 & & \\ & & & 0 & \\ & & & & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 & & & & \\ & 0 & & & \\ & & 0 & & \\ & & & 0 & \\ & & & & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \Lambda & & & & \\ & \Lambda & & & \\ & & \Lambda & & \\ & & & \Lambda & \\ & & & & 0 \end{vmatrix} \\ \Delta = \begin{vmatrix} B_r & -b_r & -b_{r2} \Lambda & -b_{rp_r} & -d_{0r} \\ -b_r & a_{r1} & 0 & \Lambda & 0 \\ -b_{r2} & 0 & a_{r2} & \Lambda & 0 \\ M & & & & 0 \\ -b_{rp_r} & 0 & 0 & \Lambda & a_{rp_r} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 & & & & \\ & 0 & & & \\ & & 0 & & \\ & & & 0 & \\ & & & & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 & & & & \\ & 0 & & & \\ & & 0 & & \\ & & & 0 & \\ & & & & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \Lambda & & & & \\ & \Lambda & & & \\ & & \Lambda & & \\ & & & \Lambda & \\ & & & & 0 \end{vmatrix} \quad (9.11)$$

Диагональные блоки определителя описывают коллективы M_j , $j = \overline{1, r}$, цехов (отделов), где работают специалисты, имеющие одинаковый генетический склад и одинаковую квалификацию. Параметры, характеризующие коллективы, могут отличаться друг от друга численными значениями. Блоки, соседние с диагональными, характеризуют взаимовлияние коллективов.

Для вычисления определителя приведем его к треугольному виду. Вначале приводятся к треугольному виду блоки определителя, описывающие каждый из работающих коллективов, путем умножения каждой строки j -го блока, начиная со второй и до последней в блоке, на величину $\frac{b_{ji}}{a_{ji}}$, $j = \overline{1, r}$, $i = \overline{1, p_j}$, и последовательного сложения их с первой. После этой процедуры определитель будет иметь вид (9.11), где вместо b_j подставляется B_j

$$\bar{B}_j(s) = B_j - \sum_{i=1}^{p_j} \frac{b_{ij}^2}{a_{ij}}.$$

На втором этапе приведения определителя к треугольному виду первая строка последнего блока умножается на величину $\frac{d_{0r}}{\bar{B}_r}$ и складывается с первой строкой предыдущего блока. Такая операция производится с блоком $r-1$ и так далее до первого блока.

В результате приведенный к треугольному виду определитель запишется в виде характеристического полинома

$$A = D(s) \prod_{j=1}^r a_j(s)^{p_j-1} \quad (9.12)$$

$$D(s) = \prod_{j=1}^r D_j(s); \quad D_1(s) = \bar{B}_1(s) - \frac{a_1 d_{02}^2}{\bar{B}_2(s)}$$

$$D_2(s) = \bar{B}_2 - \frac{a_2 d_{03}^2}{\bar{B}_3(s)}; \dots; \quad D_j(s) = \bar{B}_j(s) - \frac{a_j d_{0,j+1}^2}{\bar{B}_{j+1}(s)}; \dots;$$

$$D_r(s) = \bar{B}_r(s); \quad \bar{B}_j = (B_j a_j - p_j b_j^2).$$

Как видно из (9.12), полином можно разложить на группы множителей: множитель $D(s)=0$ и $a_j^{p_j-1}(s)=0, j=1, r$. Степень уравнения $D(s)=0$, характеризующего совместные колебания системы, равна $4r$ и содержит $4r$ пар комплексно-сопряженных корней, тогда как уравнения $a_j^{p_j-1}(s)=0$ имеют $2(p_j-1)$ пар кратных корней.

Таким образом, в моделируемой системе спектр собственных колебаний определяется свойствами каждого из коллективов, аналогичными свойству модели, рассмотренной в предыдущем разделе, плюс совместные колебания системы.

9.7. Спектр совместных колебаний системы, определяемый множителем $D(s)$

В предыдущем разделе было показано, что помимо кратных, имеются $4r$ совместных частот, определяемых уравнением $D(s)=0$.

Рассмотрим физический смысл этих уравнений, когда процесс в системе тщательно отложен и частота внутренних и внешних стимулов в каждой группе соответствует собственной частоте операторов этой группы, а общая производительность группы одинакова. Тогда для интерпретации уравнений (9.8) рассмотрим систему, изображенную на рис.9.6. Определитель этой системы имеет вид (9.13).

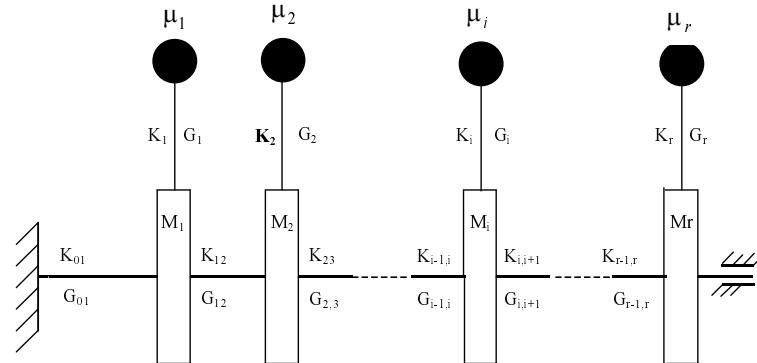


Рис. 9.6. Эквивалентная модель производства с последовательным технологическим маршрутом

$$(9.13)$$

B_1	$-b_1$	$-d_{02}$	0	0	...	0	...	0
$-b_1$	a_1	0	0	0	...	0	...	0
$-d_{02}$	0	B_2	$-b_2$	$-d_{03}$	0	0	0	0
0	0	$-b_2$	a_2	0	0	0	0	0
0	0	$-d_{03}$	0	B_3	$-b_3$	0	0	0
0	0	0	$-b_3$	a_3	0	0	0	0
0	0	0	0	B_j	$-b_j$	0	0	0
0	0	0	0	$-b_j$	a_j	0	0	0
0	0	0	0	0	0	B_r	$-b_r$	0
0	0	0	0	0	0	$-b_r$	a_r	0

Развернув этот определитель и приравняв его к нулю, получим характеристическое уравнение

$$\Delta = D(s) = 0$$

Сопоставив это уравнение с множителем $D(s)$ уравнения (9.13), убедимся, что в этом случае при условиях

$$\mu_j = \sum_{i=1}^{p_j} m_{ji}; \quad \frac{1}{K_j} = \sum_{i=1}^{p_j} \frac{1}{k_{ji}}; \quad \frac{1}{G_j} = \sum_{i=1}^{p_j} \frac{1}{g_{ji}},$$

где μ_j является эквивалентом внутренней реактивности коллектива данной группы, K_j является эквивалентом суммарной производительности, а G_j – эквивалентом внешней реактивности, система, изображенная на рис. 9.6, является моделью системы, показанной на рис. 9.5.

Совершенно иные результаты получаются в случае, если условия синхронности работ в любой из групп будут нарушены. Тогда в системе произойдут изменения, вызванные противодействием, определяемым условиями, проанализированными в разделе 9.3.

9.8. Интерпретация результатов аналитического исследования

Модели, исследованные в предыдущих разделах, позволяют сделать ряд выводов о свойствах специальным образом подобранных коллективов. Будем интерпретировать полученные результаты в последовательности их рассмотрения.

Из анализа модели, представленной на рис. 9.4 следует, что она действительно отображает способность оператора адаптироваться к периодическим сигналам, поступающим со стороны объекта, на котором трудится данный субъект, с учетом сигнала, характеризующего его мотивацию.

Очевидно, что высокая производительность может быть достигнута при выполнении условий, когда генетические свойства субъекта, мотивация, управляющая его действиями, и внешние стимулы наиболее благоприятны. Такими условиями, как видно из модели, являются совпадение частот и фаз внутренних и внешних стимулов с частотой изменения вектора адаптивности, введенного в разделе 9.1. Такой режим в физике называется резонансным. Резонансные свойства системы, имеющей одну степень свободы, исследовались многократно, поэтому не будем повторять тривиальные истинды. Заметим, однако, что предложенная модель может быть адекватна поведению субъекта, функционирующего в режимах, когда изменение параметров настолько незначительно, что они в расчетной модели могут быть приняты постоянными.

Такая идеализация возможна только в специально созданных условиях. Однако она вполне допустима, поскольку рассматривается стационарный процесс использования оператора при выполнении однообразных действий в течение длительного промежутка времени, когда исключены кратковременные перенапряжения и смена условий труда.

Модель, изображенная на рис. 9.5, позволяет рассматривать поведение коллектива операторов, функционирующих в одинаковых условиях на предприятиях, где операторы воздействуют друг на друга только через производственные подразделения и лишены возможности непосредственного взаимного влияния. В этом случае определяющим успех совместного труда является условие синхронности мотивационных стимулов, действующих на каждого из субъектов, что на модели представляется в виде условия равенства фаз действующих мотивационных стимулов, моделирующих стремление операторов достигнуть максимальных результатов и адекватной организации стимулов, поступающих со стороны предприятия, обеспечивающих выполнение поставленных производственных задач.

Как видно из полученных формул, при синфазности мотивационных стимулов производительность максимальна. Если же фазы действующих стимулов отличаются, то результаты их воздействия складываются по законам сложения векторов действующих стимулов. В случае, если фазы отличаются на 180 град., производительность их совместного труда минимальна, они мешают друг другу.

Остальные рассмотренные случаи позволяют сделать весьма существенные практические выводы. Так, в случае, когда действующие стимулы можно представить в виде сигналов одинаковой частоты, но имеющих широкий диапазон значений фазовых углов, их взаимное действие вызывает результат, который может изменяться в широких пределах от максимальной эффективности труда до минимальной.

В общем случае фазы, характеризующие внутреннюю стимуляцию, могут отличаться, тогда под воздействием внешних стимулов образуются две антагонистические группы, одна из которых способствует выполнению производственных заданий, тогда как другая вызывает неустойчивость и понижает производительность труда.

Из проведенного анализа следует:

1. Определяющими производительность труда факторами являются: амплитуда x и частота Ω внешнего стимула; амплитуда f_i и частота ω_i мотивационных стимулов операторов; собственные частоты операторов ω_{0i} , определяемые их генетическими свойствами.

2. При одинаковой частоте и интенсивности труда операторов производительность является функцией разности фаз действующих стимулов.

3. Наибольшая эффективность труда будет иметь место при совпадении частот и фаз внутренних и внешних стимулов с собственной частотой вектора, характеризующего оператора в модели (режим резонанса).

4. Если частоты мотивационных стимулов, характеризующих воздействие предприятия, отличаются на малые величины, производительность общего труда меняется по закону биений, когда амплитуда в пучности делается равной синфазному действию внутренних и внешних стимулов, и минимальна в талии биений, где она равна разности амплитуд этих стимулов.

5. Опыт показывает, что наибольшие затруднения при формировании коллективов возникают в тех случаях, когда группа людей, выполняющих одинаковую работу, имеет равные параметры, характеризующие их генетические свойства, т. к. именно в этих случаях конфликты могут привести к аннигиляции результатов действия отдельных субъектов или их групп. Поэтому в этом случае важнейшим условием, обеспечивающим максимальную производительность труда, является такая организация производства, при которой все операторы независимо друг от друга стремятся к достижению общей цели. Обычно это возможно достигнуть при отсутствии конфликтов между операторами. Практически такие условия могут быть созданы только в том случае, когда работа всех операторов организована так, что они непосредственно не контактируют, и суммирование результатов их труда происходит независимо, что возможно только при сдельной форме оплаты труда, но без широко распространенной практики коррекции оценки стоимости труда, приводящей к недовольству исполнителей работ.

6. В случае, когда отличаются собственные частоты, интенсивность труда максимальна у того оператора, частота которого ω_{0i} , определяемая генетическими свойствами (вектором адаптивности), совпадает с частотой стимулов.

7. Полученные результаты удалось распространить на случай, когда исследуется поведение коллектива, работающего на производстве с последовательным технологическим маршрутом.

В последовательно функционирующих группах операторов наблюдаются режимы, аналогичные тем, которые были получены в случае независимого рассмотрения поведения изолированной группы, работающей в условиях, оговоренных в разделе 9.6. Однако, как видно из анализа определителя (9.12), помимо кратных частот наблюдается $4r$ совместных, определяемых уравнением (9.13). Эти частоты показывают взаимное влияние отдельных, последовательно функционирующих групп операторов.

8. Из предыдущего пункта следует, что в случае несинхронной работы операторов в любой из групп, производительность этой группы понизится, а, следовательно, понизится и производительность всей

системы, т.к. при соответствующем резонансе, хотя формы колебаний останутся неизменными, амплитуды системы уменьшатся, что на практике является причиной образования узких мест.

9. Резонанс в разношерстном коллективе, где собственные частоты его субъектов отличаются, не может обеспечить максимальную производительность коллектива.

10. При подготовке специалистов наряду с обязательным условием $\omega_i = \omega = \omega$ для $\forall i, j, \in \{p\}$, следует так организовать тренинг, чтобы специалисты работали в условиях, при которых восстановление их работоспособности происходило бы одновременно.

11. Очень важно производить отбор членов коллектива так, чтобы они имели равные параметры, характеризующие их работоспособность в течение всего рабочего времени.

12. При сдельной системе оплаты труда коррекция уровня заработной платы должна быть организована так, чтобы она стимулировала передовиков к непрерывному увеличению производительности труда и в то же время вынуждала нерадивых членов коллектива равняться на передовиков, а не затягивала лучших работников в болото уравниловки [9.3].

Эти на первый взгляд тривиальные требования к формированию коллективов впервые formalizованы в предложенной модели.

9.9. Корреляция процесса непрерывной подготовки и переподготовки специалистов с волновыми процессами в экономике

В современных условиях наблюдается тенденция к сокращению жизненного цикла товара, что влечет за собой необходимость модернизации производства, обеспечивающей выживание в конкурентной борьбе. Причем частота освоения новых товаров увеличивается ($T_1 > T_2 > T_3 \dots$).

Для того, чтобы начать выпуск нового товара, необходимо выполнить большой объем работ, связанных с комплексной подготовкой производства. Прежде всего, после тщательного изучения рынка, принимается решение о выпуске новой модификации продукции. С этого момента начинается техническая (конструкторская и технологическая) подготовка производства.

При этом, как правило, упускается из вида еще один, чрезвычайно ответственный и мало изученный вид подготовки – кадровая. Специфика ее заключается в том, что если оборудование и оснастка, приме-

няемые для выпуска старых изделий, не применимы для выпуска новых, уничтожаются, то такой подход принципиально неприменим к рабочей силе, которая в социально защищенном обществе должна быть своевременно переучена для выпуска новой продукции. Не менее важно подготовку новых кадров вести с учетом необходимости их будущего переучивания. Поэтому в процессе обучения необходимо применять концепцию «научить учиться», а не накапливать запас умений, расширяющих диапазон использования оператора сегодня, но не вос требуемых в будущем. Следовательно, одновременно с технической подготовкой производства должны формироваться требования к рабочей силе, после чего следует начать подготовку и переподготовку специалистов. Она должна проводиться с таким расчетом, чтобы к моменту запуска изделий в производство она была завершена.

Срок подготовки может быть уменьшен за счет рациональной организации процесса обучения. В связи с сокращением жизненного цикла товара сокращается и время до очередной переподготовки кадров. Содержание и программа переподготовки зависят от глубины модернизации производства, которая, в свою очередь, зависит от наложения волн различной длины.

Переподготовка является лишь одной составляющей адаптации трудовых ресурсов к новым условиям. Вторая часть – обучение, должно готовить человека к грядущим изменениям. Дело в том, что на практике при внедрении нововведений наблюдаются различные виды сопротивления. Под сопротивлением понимается многогранное явление, вызывающее отсрочки начала изменений, дополнительные расходы, попытки саботировать изменения и т.п., что усугубляет кризисную ситуацию и создает социальную напряженность.

Сопротивление отдельных лиц и групп является естественной реакцией людей на перемены и обратно пропорционально времени, отведенному на модернизацию производства.

Одним из основных способов борьбы с различными видами сопротивления является своевременная подготовка и переподготовка специалистов на всех уровнях производственной системы. Поэтому в плане модернизации необходимо предусматривать опережающее повышение квалификации в первую очередь лиц, связанных с реализацией изменений.

Таким образом, для успешной модернизации производства необходимы два вида обучения. Первый из них связан с подготовкой персонала к эволюционным изменениям (назовем его обучением вида А). Содержание этой формы образования диктуется типом волны,

вызвавшей необходимость перестройки. Такое обучение кадров должно проводится постоянно.

Второй вид обучения направлен непосредственно на приобретение новых знаний и умений, необходимых для работы в условиях модернизированного производства (назовем его обучением вида Б).

Из приведенного выше следует, что для адаптации человека к работе в условиях быстрого изменения окружающей среды, необходимо непрерывное образование, которое вооружит его знаниями о закономерностях развития экономических процессов и умениями действовать в этой среде. Реализация непрерывного образования необходима и для социальной защиты человека.

Ориентация на непрерывное образование специалистов требует пересмотра кадровой политики предприятия и реорганизации соответствующих служб.

Учитывая, что труд есть товар, а носителями его являются подготавливаемые и переподготавливаемые специалисты, можно утверждать, что этот специфический продукт должен подчиняться общим закономерностям товарного производства. Предприятиями, производящими трудовые ресурсы, являются учебные заведения. На этих «предприятиях» работают производители товара – преподаватели. Следовательно, и для обучающего персонала должна быть организована непрерывная подготовка и переподготовка, опережающая их деятельность.

9.10. Проектирование процесса переподготовки специалистов

Занимаясь разработкой принципов подготовки, необходимо особо выделить процесс переподготовки специалистов. Причиной необходимости организации процесса переподготовки, как уже отмечалось, является быстрое изменение потребностей в новых типах продукции, производство и эксплуатация которых имеет волновой характер.

И короткие, и средние, и длинные волны в экономике меняют производственную среду и вызывают необходимость адаптировать специалистов к новым условиям труда. Остановимся на этом вопросе несколько подробнее. Выше утверждалось, что короткие волны вызваны модификацией продукции одного и того же поколения.

Средние волны, длительностью порядка 5–7 лет, являются причиной необходимости замены основного оборудования предприятий. Мало того, благодаря корреляции, существующей между производственными процессами в различных отраслях, в эти процессы втягива-

ется экономика страны. Социальные последствия, вызванные чередованием средних волн, захватывают почти все народное хозяйство.

Особо тяжкие социальные последствия связаны со спадом и образованием длинных волн различного происхождения. Изменения в инфраструктуре промышленности захватывает глобальную экономику и вызывает далеко идущие последствия в социальной жизни государств. Часто длинные волны инициируют революционные процессы в обществе и тогда экономика достигает особо глубокого кризисного состояния. В этих режимах подготовка к новым условиям является вопросом жизни и смерти не только отдельного человека, но и целого государства.

Поэтому переподготовка должна рассматриваться в трех аспектах.

Первый аспект. Устранение негативных последствий в использовании специалистов, вызванных модификацией изделий.

Второй аспект. Переподготовка, необходимая в условиях экономических кризисов, вызванных образованием средних волн.

Третий аспект. Особо должна быть рассмотрена проблема переподготовки в условиях, вызывающих революционные сдвиги в социально-политической структуре государств.

Рассмотрим особенности переподготовки специалистов во всех трех перечисленных аспектах. Реализация переподготовки, вызванной локальными процессами, происходящими во внутренней среде предприятия, обычно производится на самих предприятиях. Специалисты систематически совершенствуют свои умения, приоравливаясь к новым условиям, мало отличающимся от привычных. Часто эта переподготовка ведется без отрыва от основного производства. Учебные планы и программа такой переподготовки должны быть ориентированы на сообщение обучающимся навыков, подобным хорошо освоенным в предыдущей деятельности. Поэтому переподготовка должна сводиться к организации новой комбинации уже освоенных модулей знаний и умений, характеризующих прошлое мастерство специалистов и дополнению небольшого числа новых.

Однако, планируя развитие производства, руководители предприятия должны помнить о предстоящей смене поколений изделий. Поэтому на последних этапах переподготовки обучающимся должны быть сообщены сперва в конспективной форме, а по мере приближения коренного изменения организации производства – углубленные сведения, необходимые для освоение нового оборудования, которое планируется в ближайшем будущем использовать на производстве.

Смена поколений продукции тесно связана со сменой всего основного оборудования. При этом часто приходится полностью отказы-

ваться от привычных стандартов выполнения производственных процессов. Так, например, смена поколений вычислительной техники заставила полностью изменить технологию изготовления ЭВМ. Электронные лампы, на которых базировалось первое поколение компьютеров, были заменены транзисторами. Переход к третьему поколению ознаменовался внедрением интегральных схем. Четвертое поколение связано с применением больших интегральных схем, пятое – основано на широком использовании чипсов. Каждая из этих систем создается на оборудовании, которое коренным образом отличается от предыдущего. Следовательно, здесь невозможно ограничиваться перекомбинацией доступных специалисту модулей и знаний, полученных в процессе создания продукции прошлых поколений.

Переучивание на этом этапе связано с коренным изменением навыков, выработанных в процессе прошлой деятельности. Такая переподготовка не может быть в массовом порядке проведена без отрыва от производства.

Создавая новые учебные планы и программы, необходимо вместе с сообщением новых умений значительно расширить область знаний. Следовательно, учебные планы и программы должны быть аналогичны тем, которые даются при подготовке специалистов.

Совсем иначе задача переподготовки должна решаться в условиях возникновения новых длинных волн. Здесь для того, чтобы обеспечить в какой-то мере социальную стабильность, необходимо переучивать огромные массы людей в короткие промежутки времени. Многие специалисты, оказавшиеся не у дел, должны быть срочно переучены и подготовлены к работе в новых, весьма некомфортных для них, условиях. Что бы их занять, приходится, несмотря на имеющуюся квалификацию, приспособливать их к новым условиям, далеко не соответствующим их умениям и знаниям, приобретенным в докризисные периоды. Так, например, в фашистской Германии в середине 30-х годов, Гитлер, для того, чтобы ослабить социальное напряжение внутри страны и занять безработных, предпринял грандиозное строительство сети шоссейных дорог.

Еще раньше, в США, во времена великой депрессии, большинство безработных нашли применение своему труду в строительстве.

В нашей стране, где привычно говорят о социальной справедливости, о заботе об индивидуумах, ничего не делают для кардинального решения этого вопроса. Сам народ нашел выход, перебазировав все свои интересы с производственной деятельности на предприятиях на огородничество и приусадебное садоводство. Чтобы убедиться в этом, достаточно в выходные и даже рабочие дни выйти в окрес-

тности наших больших городов, где тысячи и тысячи трудящихся, забывшие о своей основной профессии, заняты выращиванием картофеля и других овощей, что автоматически снижает социальное напряжение, вызванное угрозой голода и бесперспективностью развития заводского производства.

Подводя итоги, проблему переквалификации можно иллюстрировать рисунком 9.7, где область А изображает умения и знания, полученные на этапе предыдущей волны, область В – умения и знания, необходимые для функционирования при развитии последующей.

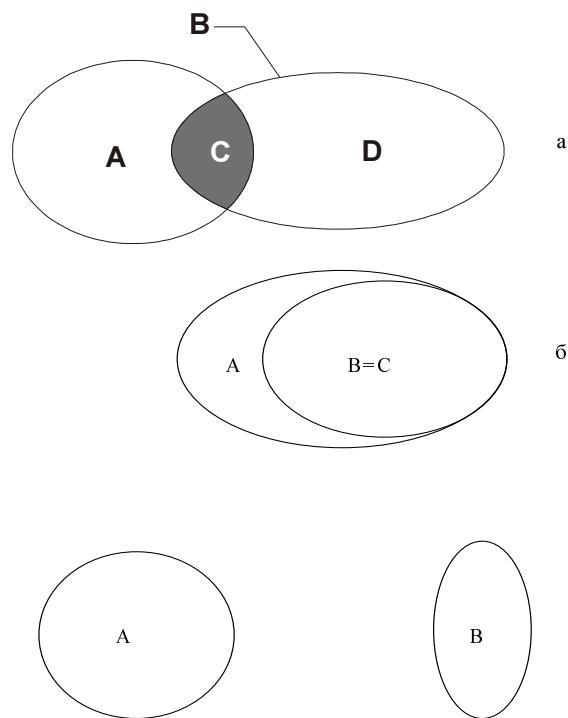


Рис. 9.7. Варианты переквалификации специалистов.

Затемненная часть области (Рис 9.7.а.) $C = A \cap B$ являются теми умениями и знаниями, которые будут использованы при работе в условиях развития новой волны.

Область $D = A - C$ (на Рис 9.7.а) показывает множество умений и знаний, которые не будут востребованы в новых условиях.

В зависимости от типа волны величина области пересечения двух множеств (область С) может быть различной. Наибольшую величину область С имеет при чередовании коротких волн.

Если модернизация оборудования на предприятии происходит с «привязкой» к имеющимся ресурсам, то переучивание специалистов может и не понадобиться (см. Рис. 9.7. б).

Другой крайний случай может возникнуть в условиях длинной волны, когда предыдущие умения и знания специалиста окажутся невостребованными и ему придется полностью переучиваться. Этот случай показан на см. Рис. 9.7в, где множество С – пусто.

Для средней волны, типичным является случай, показанный на рис 9.7а.

Здесь, в заключении главы, заметим, что мы умышленно, чтобы не повторяться, не говорили о профессиональном отборе при переучивании и обучении специалистов, так как этому вопросу посвящается вся восьмая глава.

Эти, на первый взгляд, тривиальные требования к формированию трудовых коллективов, впервые отражены в модели.

Проблема следствий, вызванных корреляцией социально-экономических и политических волн, подробно рассматривается в главе 11.

Резюме

Разработана математическая модель, воспроизводящая взаимодействие отдельного работника с трудовым коллективом.

Даны рекомендации по формированию коллективов, выполняющих общую работу.

Цитированные источники

- 9.1. Акофф Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах.– М.: Сов. Радио, 1974.– 268с.
- 9.2. Дабагян А. В., Михайличенко А. М. Совершенствование профессиональной подготовки и переподготовки специалистов в современных условиях.– Харьков: 1996.– 296с.
- 9.3. Тейлор Ф. У. Принципы научного менеджмента.– М.: Контроллинг, 1991.– 104с.
- 9.4. Ден-Гартог Дж. П. Механические колебания. Гос. Изд-во физ.-мат. Литературы, 1960.– 580с.