

УДК 681.3

UDK 681.31

**МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ  
МУНИЦИПАЛЬНЫМИ УНИТАРНЫМИ  
ПРЕДПРИЯТИЯМИ**

**THE TECHNIQUE OF MUNICIPAL UNITARY  
ENTERPRISES' MANAGEMENT**

Федоров Никита Юрьевич  
аспирант  
*Воронежская государственная лесотехническая  
академия, Россия, Воронеж*

Fedorov Nikita Yuryevich  
postgraduate student  
*Voronezh State Academy of Forestry, Russia,  
Voronezh*

В статье рассматривается модель двухэтапного  
комбинированного управления муниципальным  
унитарным предприятием в условиях  
неопределенности, отличная от известных  
использованием модели оперативной коррекции по  
уточняющей текущей информации

The article deals with the model of two-step combined  
control of municipal unitary enterprise in the  
conditions of uncertainty, which is different from well-  
known and widely used model of operative correction  
of specifying current information

Ключевые слова: МУНИЦИПАЛЬНОЕ  
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ (МУП),  
РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ,  
ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ВОЗМУЩЕНИЯ

Keywords: MUNICIPAL UNITARY ENTERPRISE,  
RESULTANT CONTROL, OPERATIVE CONTROL,  
INDIGNATIONS

Теория управления, планирование – это априорный до начала функционирования выбор программы для части управленческих решений на достаточно длительный период времени. Современная математическая теория управления располагает развитым арсеналом средств построения планов (программ управления) при неточной априорной информации о возмущениях с учетом последующей их компенсации по известному алгоритму оперативного управления. В процессе функционирования программа (иначе, план) может корректироваться, а также могут использоваться и другие средства оперативного управления, реагирующие на текущую ситуацию по принципу обратной связи.

Планированию основной деятельности МУП мешают нестабильность будущих цен, ненадежность поставщиков сырья, неплатежи в бюджет населением налогов, а также другие плохо прогнозируемые воздействия, именуемые в теории управления возмущениями. Для компенсации возмущений при планировании должен быть предусмотрен резерв на оперативное управление. Величина этого резерва зависит от способа планирования и от алгоритма оперативного

управления.

### **Модель управления муниципальными унитарными предприятиями**

Результирующее управление  $u$ , воздействующее на объект, формируется двумя составляющими: программной, или планом  $x$ , и корректирующей, или оперативным управлением  $y$  [3]. Результирующее управление может быть суммой этих двух составляющих или какой-либо другой заданной их функцией:

$$u = x + y \quad \text{или} \quad u = F(x, y). \quad (1)$$

Оперирующая сторона должна обеспечить выполнение всех условий допустимости результирующего управления, которые для краткости записываются как

$$u \in U(\xi), \quad (2)$$

где  $U$  - заданное множество в функциональном пространстве управлений, зависящее от возмущений  $\xi$ .

Кроме того, оперирующая сторона стремится максимизировать критерий качества управлений, на который тоже воздействуют возмущения:

$$J(u, \xi) \rightarrow \max. \quad (3)$$

В символических записях (2), (3) отражена существенная особенность экономических объектов: зависимость от возмущений, как критерия качества, так и условий допустимости управления. Далее учитывается и обратное воздействие управления на множество  $\Xi_0$  ожидаемых возмущений (например, неплатеж в бюджет населением налогов уменьшают объем финансирования МУП).

*План*  $x$  формулируется заранее, до начала функционирования, на основании априорной информации  $I(\Xi)$  о возмущениях:

$$x = X(I(\Xi)). \quad (4)$$

Далее будут рассматриваться два варианта априорной

информированности:

1) известно только множество  $\Xi_0$  будущих возмущений, задаваемое, например, граничными значениями возмущений;

2) в дополнение к множеству  $\Xi_0$  известна функция распределения возмущений  $\mu(\Xi)$ , то есть вероятность попадания возмущений в любое подмножество  $\Xi$  исходного множества  $\Xi_0$ .

*Оперативное управление*  $u$  формируется после плана, в процессе функционирования, по текущей информации  $i(\xi)$  о возмущениях, что позволяет частично компенсировать нежелательные воздействия:

$$u = Y(x, i(\xi)). \quad (5)$$

Под *алгоритмом оперативного управления* понимается полный список действий  $u$  для каждой из возможных реализаций  $\xi \in \Xi_0$ . Проблема построения таких алгоритмов в данном случае не рассматривается - оператор (5) будем считать заданным. Если же текущая информация полная, то есть  $i(\xi) = \xi$ , то в ряде решенных квазистатических задачах удалось аналитически построить оптимальный алгоритм оперативного управления [1,2].

Общие положения будем сопровождать рассмотрением *иллюстративной задачи об управлении запасами МУП*. Ее условия таковы.

Для восполнения производственной программы требуется определенный запас материалов, часть которого доставляется в МУП централизованно, а другая - не централизованно. Объем централизованных поставок  $x$  планируется оперирующей стороной - руководством МУП заранее, при этом заказ исполняется точно. На объем нецентрализованных поставок  $\xi$  руководство не может оказывать воздействия, и при планировании величина  $\xi$  неизвестна, то есть попадает в разряд возмущений. Суммарный объем  $x + \xi$  должен быть погружен на склад, обладающий единичной вместимостью, а избыточный объем должен

поместиться в складе с емкостью  $g$ . С другой стороны, объема  $x + \xi$  должно хватить, чтобы МУП смогла выполнить уже заключенные контракты на выполнение муниципального заказа, для чего необходимо обеспечить по крайней мере  $\mathbf{1}$ -ю долю от максимального (единичного) запаса МУП ( $0 < \mathbf{1} < 1$ ). Недостающее количество материалов может быть взято из резервного склада с тем же объемом  $g$ . Складирование избыточного количества доставленного материала или пополнение его недостатка со склада производится после привоза в МУП всех грузов по точной информации об их суммарном количестве  $x + \xi$ . Это оперативное управляющее воздействие  $y$ . Положительные значения  $y$  соответствуют пополнению запаса, необходимого для реализации производственной программы, из резервного склада, отрицательные - складированию избыточного количества материала.

Результирующее управление (1) здесь по физическому смыслу аддитивно относительно плановой  $x$  и оперативной  $y$  составляющих

$$u = x + y, \quad (6)$$

которые в данной постановке не векторные функции времени, а просто скалярные параметры, выбираемые оперирующей стороной.

Множество (2) допустимых результирующих управлений задается запасами МУП, приведенными к  $\mathbf{1}$ , минимально допустимым его количеством  $\mathbf{1}$ , а также размером  $g$  в складе МУП. Это множество существенно зависит от возмущений - величины  $\xi$  и  $u$  фигурируют в условиях допустимости управления на равных:

$$u \in U(\xi) = \{(x, y: x \geq 0, \quad |y| \leq g, \quad \mathbf{1} \leq x + y + \xi \leq 1)\}. \quad (7)$$

Качество управления оценивается прибылью, которая линейно зависит от всех трех видов поставок материалов: централизованной  $x$ , нецентрализованной  $\xi$  и компенсирующей  $y$

$$J = x + qy + g\xi \rightarrow \max, \quad (8)$$

где  $g \geq 1 \geq q \geq 0$ .

Разные величины коэффициентов  $g, q$  отражают несовпадение цен, которые для простоты считаются на этапе планирования уже известными.

В силу сделанного выше предположения оперативное управление  $y$  осуществляется по точной информации о возмущении  $\xi$  и плане  $x$ , поэтому из допустимого множества (7) можно выбрать величину  $y$ , максимизирующую критерий (8):

$$y = Y(x, \xi) = \bar{y} = \min\{1 - x - \xi, r\} \geq \underline{y} = \max\{1 - x - \xi, -r\}. \quad (9)$$

Это и будет здесь алгоритмом оперативного управления (5), согласно которому компенсирующий объем всегда равен максимально возможному:  $y = \bar{y}$ . Оно либо обеспечивает полную загрузку производственных мощностей МУП, если  $y = 1 - x - \xi \leq r$ , либо полностью исчерпывает резервный запас материала в складе МУП, если  $y = r \leq 1 - x - \xi$ . Нижняя граница  $\underline{y}$  участвует только в формировании условий допустимости алгоритма  $Y$ , замыкающих соотношения (9). Допустимость оперативного управления обеспечивается за счет выбора плана  $x$ .

При фиксированном еще до планирования алгоритме оперативного управления  $Y$  условия (2) допустимости результирующего управления должны быть удовлетворены только за счет выбора плана  $x$ . Это и обеспечивает необходимый резерв на регулирование. Условия (2), отображенные в пространство планов  $x$ , можно разбить на три типа:

1) условия, не зависящие от возмущения, в том числе условия дискретности некоторых компонент вектора планов  $x$ :

$$x \in X_1 = \bigcup_{n=0}^N X_1^n, \quad X_1^n \cap X_1^{n'} = \emptyset \quad \text{для } n \neq n'. \quad (10)$$

Здесь раскрыто строение множества  $X_1$ . Это объединение конечного числа изолированных подмножеств  $X_1^n$ , каждое, из которых может быть компактным и зависеть, в отличие от примера к (10), от номера  $n$ .

2) условия, зависящие от возмущения, но которые в силу своей важности должны быть выполнены для всех априори возможных реализаций возмущения не только в гарантирующей постановке задачи, но и в вероятностной:

$$x \in X_2(\xi) = \{x: G_i(x, \xi) \geq 0, i \in I_2\} \quad \forall \xi \in \Xi_0(x); \quad (11)$$

3) условия, зависящие от возмущения:

$$x \in X_3(\xi) = \{x: G_i(x, \xi) \geq 0, i \in I_3\}, \quad I_2 \cap I_3 = \emptyset. \quad (12)$$

В (11) и (12) под  $G_i(x, \xi)$  понимаются отображения, которые получаются из исходных отображений, задающих множество (2) в пространстве результирующего управления и после его выражения через плановую  $x$  и корректирующую  $u$  составляющие и дальнейшего исключения  $u$  при помощи алгоритма  $Y$  оперативного управления.

Условия (11) и (12) записаны в виде системы неравенств. Связи типа равенств, тождественных по  $\xi$ , не могут быть удовлетворены за счет выбора  $x$ , так как плановая составляющая, в отличие от корректирующей, не может реагировать на текущее возмущение. Исключения из этого правила допустимы только в тех случаях, когда алгоритм оперативного управления точно парирует возмущение для каких-то исходных отображений, но тогда соответствующие им преобразованные отображения  $G_i(x, \xi)$  уже не зависят фактически от  $\xi$  и должны быть отнесены к разряду условий (10), в которых допускаются и равенства, и неравенства.

Условия (11), которые должны выполняться при любых возмущениях из  $\Xi_0(x)$  и для вероятностной, и для гарантирующей постановок, принципиально могут быть отнесены к виду (10), не содержащему возмущения, в силу эквивалентности двух неравенств:

$$G_i(x, \xi) \geq 0 \quad \forall \xi \in \Xi_0(x) \Leftrightarrow \inf_{\xi \in \Xi_0} G_i(x, \xi) \geq 0,$$

при не зависящем от возмущения  $\xi$  плане  $x$ . В результате требование

одновременного соблюдения условий (10) и (11) можно отразить как:

$$x \in X_0 = \{x: x \in X_1, G_i(x) \geq 0, i \in I_2\}. \quad (13)$$

Вектор возмущений  $\xi$  для дальнейших рассуждений удобно разбить на две группы компонент - непрерывных ( $\eta$ ) и дискретных ( $\zeta$ ):

$$\xi = (\eta, \zeta) \in \Xi_0(x) \Leftrightarrow \zeta \in Z_0 = \{\zeta_1, \zeta_2, \dots\}, \eta \in H_0(x, \zeta). \quad (14)$$

Дискретные возмущения  $\zeta$  из конечного или счетного множества  $\Xi_0$  отвечают за скачкообразные изменения экономической ситуации, вызываемые, например, новыми законами, которые будут приняты после окончания этапа планирования. Реализация этих возмущений  $\zeta_i$  может сказываться на множестве  $H_0$  будущих значений непрерывных возмущений  $\eta$  типа рыночных цен. Выбор плана  $x$  зависит от структуры множества  $H_0$ . Формально нет никаких противопоказаний и для зависимости  $Z_0(x)$ .

Множества  $Z_0$  и  $H_0$  будущих дискретных ( $\zeta$ ) и непрерывных ( $\eta$ ) возмущений считаются известными перед началом этапа планирования.

Для каждого значения  $\zeta_j$  дискретных возмущений теперь, введем множество  $H_j^+$  благоприятных непрерывных возмущений  $\eta$ . К благоприятным относятся такие возмущения  $\eta$ , которые для фиксированного плана  $x$  не нарушают условие допустимости результирующего управления и обеспечивают реализацию  $\tilde{J}$  критерия качества, не опускающуюся ниже желаемого уровня  $c$  (например, снижения цены на нефть):

$$H_j^+(x, c) = \{\eta: \eta \in H_0(x, \zeta_j), G_i(x, \eta, \zeta_j) \geq 0, i \in I_2, \tilde{J}(x, \eta, \zeta_j) \geq c\}, \quad (15)$$

где  $\tilde{J} = J(F(x, Y(x, i(\eta, \zeta_j))), \eta, \zeta_j)$ .

Остальные возмущения  $\eta$  из  $H_0 \setminus H_j^+$  называются неблагоприятными.

Соответственно множество  $Z^+$  благоприятных дискретных возмущений  $\zeta$  составляют только те  $\zeta_j$ , для которых не пусто множество

(15), то есть

$$Z^+(x, c) = \{\zeta: \zeta = \zeta_j \in Z_0, H_j^+(x, c) \neq \emptyset\}; \quad (16)$$

остальные возмущения  $\zeta$  относятся к неблагоприятным.

Это разбиение множества всех возмущений на непересекающиеся подмножества благоприятных и неблагоприятных возмущений производится для фиксированного вектора планов  $x$  и фиксированной нижней оценки  $c$  реализации  $\tilde{J}$  критерия качества результирующего управления. Разумеется, для дальнейшего рассмотрения представляют интерес только те планы, которые удовлетворяют условиям (13), не содержащим возмущений. Остальные условия (12) допустимости плана выполняются только на множестве благоприятных возмущений. Там же остается справедливой нижняя оценка с качества управления.

Если оценку  $c$  увеличивать, то множество благоприятных возмущений будет сужаться (точнее, не расширяться), и для всех  $c$ , превышающих некоторый критический уровень, оно станет пустым. Но в смысле выбора плана интерес представляет не "истощение" множества благоприятных возмущений, а его достаточная "полнота".

В иллюстративной задаче об управлении запасами объем нецентрализованных поставок  $\xi$  - непрерывная переменная. Перед началом планирования она оценивается только сверху величиной  $d$ , так что  $\Xi_0 = [0, d]$ .

Множества (15), (16) (рис. 1) благоприятных возмущений при каждом фиксированном  $x$  в силу (7)-(9) представляют собой отрезки

$$\Xi^+(x, c) = [\xi^+(x, c), \bar{\xi}^+(x)], \quad (17)$$

где

$$\xi^+ = \max \{\xi_0, \dots, \xi_3\}, \quad \bar{\xi}^+ = \min \{\bar{\xi}_0, \bar{\xi}_1\},$$

$$\xi_0 = 0, \quad \xi_1 = \mathbf{1} - r - x, \quad \xi_2 = \frac{1}{g}(c - x - qr), \quad \xi_3 = \frac{1}{g - q}(c - (1 - q)x - g),$$

$$\bar{\xi}_0 = d, \quad \bar{\xi}_1 = 1 + r - x.$$

В (17) и рис. 1 обозначено:  $\bar{\xi}_0$  - априорная оценка возмущений сверху;  $\bar{\xi}_1$  - максимальное возмущение, допустимое по уровню вместимости склада с учетом возможности перегрузки излишков в резервный склад;  $\xi_0$  - априорная оценка возмущений снизу;  $\xi_1$  - минимальное возмущение, допустимое по условию минимальной загрузки;  $\xi_2$  - минимальное возмущение, обеспечивающее желаемую прибыль с при возможности изъятия всей продукции со склада;  $\xi_3$  - минимальное возмущение, обеспечивающее желаемую прибыль с и не опустошающее склад.

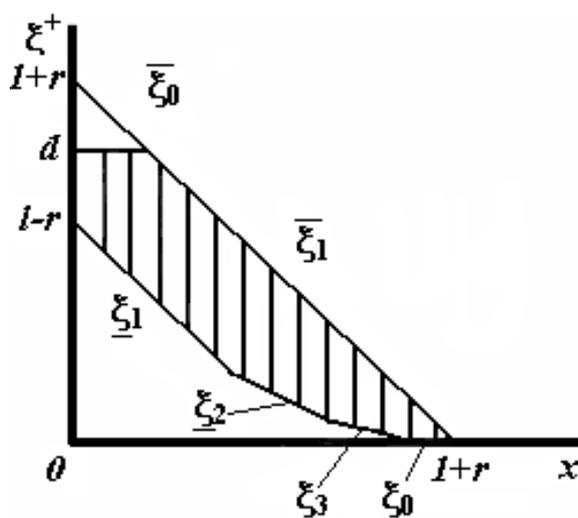


Рис. 1. Диапазоны (17) благоприятных централизованных поставок (вертикальные отрезки) для различных планов  $x$

С ростом желаемой прибыли с нижние границы  $\xi_2$  и  $\xi_3$  поднимаются, остальные остаются неподвижными, и потому диапазон благоприятных возмущений (17) сужается, вырождаясь при некотором значении  $s$  в пустое множество. Это общее свойство множеств (15-16) благоприятных возмущений.

На этапе планирования в условиях неточного знания будущих внешних возмущений и ряда внутренних характеристик предвидеть все

возможные стратегии управления по их устранению, и при этом получение прибыли практически невозможно.

### **Заключение**

Предложенная модель двухэтапного комбинированного управления МУП в условиях неопределенности отличается от известных тем, что, наряду с планированием по неполной априорной информации о возмущениях, используется модель оперативной коррекции по уточняющей текущей информации. На аналитически решенном иллюстративном примере подтверждена полезность планирования с учетом оперативного управления. Показано, для того, чтобы получить гарантированную оценку прибыли, нужно не только корректировать программу в процессе функционирования по текущей информации о возмущениях, но и заранее, на стадии выбора программы, учитывать алгоритм будущих коррекций.

### **Литература**

1. Токарев В.В., Гарантирующий договор и оперативная компенсация сбоев в сырьевых поставках. IV. Анализ рынков и способов управления // Автоматика и телемеханика. – 1993. - №1 - с.119-126. 105-110
2. Токарев В.В., Совместный выбор плана и экономического механизма в условиях неопределенности // Автоматика и телемеханика. – 1986. - №4. – С.104-117.
3. Фишберн П.С., Теория полезности для принятия решений. – М.: Наука, 1978. – 352 с