

УДК 303.05

## ВЛИЯНИЕ ПОЗИЦИИ НАБЛЮДАТЕЛЯ НА РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

**Берг Д.Б., Ульянова Е.А.**

*ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»,*

*Екатеринбург, e-mail: uralsertif@inbox.ru;*

*Институт промышленной экологии Уральского отделения РАН,*

*Екатеринбург, e-mail: bergd@mail.ru;*

*АНО «Международный институт Александра Богданова», Екатеринбург*

В работе показана зависимость результатов расчета параметров системы управления от позиции наблюдателя (внешнего и внутреннего). Расчет проводился на примере энергетических показателей системы: полного потока энергии, активного потока энергии и КПД системы. Всего рассмотрены четыре варианта расчетов параметров, приводящих к различным результатам. Обосновывается необходимость учета описаний системы с позиции обоих наблюдателей для оптимального управления системой.

**Ключевые слова:** экономический конструктивизм, внешний наблюдатель, внутренний наблюдатель, управление системой

## IMPACT THE POSITION OF OBSERVER ON THE RESULTS OF CONTROL SYSTEM PARAMETRES

**Berg D.B., Ulianova E.A.**

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education*

*«Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin»,*

*Ekaterinburg, e-mail: uralsertif@inbox.ru;*

*Institute of Industrial Ecology UB RAS, Ekaterinburg, e-mail: bergd@mail.ru;*

*International A. Bogdanov Institute, Ekaterinburg*

In the article there is shown the impact of the calculation results of the control system parameters on the position of observer (external and internal). The calculation carried out for energy indicators of system: complete energy flow, active energy flow and coefficient of efficiency of system. There were considered four variants of calculations resulting in different issue. In the article there is substantiating a necessity of taking into account a description of system from the position of both observers for optimal running of system.

**Keywords:** economic constructivism, external observer, internal observer, running of system

Управление любой сложной системой осуществляется на основе её модельного описания [1]. В модели, как правило, учитывается ограниченный набор параметров, наиболее полно характеризующих систему [2]. Методологической основой подбора параметров являются теоретические и системные представления о системе управления, однако они не исключают влияния субъективного подхода исследователя (наблюдателя). Согласно конструктивизму [3], любая система – это всегда конструкция мышления человека, которую он «вырезает» своим воображением из окружающей действительности. Поэтому система – это форма с двумя сторонами (внешней и внутренней) и её описание зависит от того, на какой стороне по отношению к границе системы находится наблюдатель, поскольку каждый из них описывает систему со своей точки зрения, которые могут не совпадать (рис. 1).

На рис. 1 представлены два подхода к определению системы. Система находится внутри окружности. В первом варианте (рис. 1а) система закрашена темным цветом

и описывается со стороны внутреннего наблюдателя, как объект, попавший во внутреннюю, наблюдаемую им область («что есть система»). Во втором варианте (рис. 1б) система закрашена белым цветом и описывается внешним наблюдателем как объект, не попавший в доступную для его описания внешнюю область («что не есть система»).

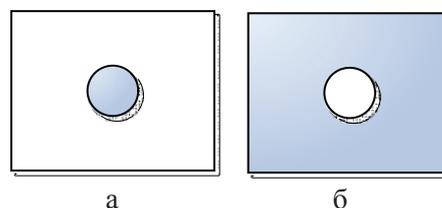


Рис. 1. Подходы к определению системы (схема):

а – со стороны внутреннего наблюдателя;  
б – со стороны внешнего наблюдателя.

Описываемая наблюдателем область отмечена темным цветом. Сама система ограничена окружностью и находится внутри нее

Традиционно система рассматривается как преобразователь входных потоков в выходные (модель «ящика»). При этом,

как правило, внутренняя структура самой системы и способ, которым этим преобразованием выполнены, имеют второстепенное значение. В этом случае исследователь выступает в качестве внешнего наблюдателя. Внешний наблюдатель отвечает на вопрос «Что?» [3]. При этом для него важен результат, полученный в ходе функционирования системы как единого целого. Внешний наблюдатель видит ресурсы, поступающие в систему из внешней среды, и продукты, поступающие из системы во внешнюю среду, а также связь системы или её отдельных компонентов с окружающей систему средой (рис. 1б, рис. 2). Так, например, в экономике классическим внешним наблюдателем являются фискальные органы, которым важно видеть результат функционирования организации, её прибыль, не вдаваясь в подробности внутренних процессов и структуры самого предприятия.

Внутренний наблюдатель рассматривает систему изнутри (рис. 1а, рис. 3). Он отвечает на вопрос «Как?» [3]. Для него важны внутренние процессы, протекающие в системе, её внутренняя структура. Система предстает для внутреннего наблюдателя как комплекс организационно взаимосвязанных компонентов. Примером такой организационной взаимосвязи может служить внутренняя структура предприятия (департаменты, отделы, группы и т.д., каждый из которых находится во взаимодействиях с остальными), которая хорошо доступна внутренним наблюдателям – сотрудникам предприятия.

Одним из важнейших параметров системы управления является её коэффициент полезного действия (КПД), поскольку любая система является преобразователем энергии.

**Целью** настоящей работы является исследование влияния позиции наблюдателя на результат расчета параметров системы управления на примере коэффициента полезного действия (КПД) системы.

### Расчет энергетических потоков и КПД системы с учетом позиции наблюдателя

В соответствии с работой [4] все существующие системы являются открытыми: они обмениваются потоками энергии с окружающей средой (рис. 2). С позиции внешнего наблюдателя полный поток энергии  $N$  (полная мощность) на входе в систему равен сумме активного  $P$  (полезная мощность) и пассивного  $G$  (мощность потерь) потоков энергии на выходе из системы (рис. 2):

$$N + P = G. \quad (1)$$

КПД открытой системы –  $\phi$  рассчитывается следующим образом:

$$\phi = \frac{P}{N}. \quad (2)$$

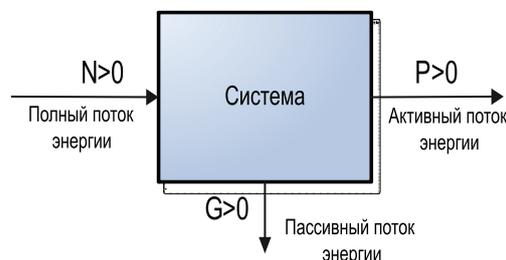


Рис. 2. Потоки энергии открытой системы с точки зрения внешнего наблюдателя (система является преобразователем входных потоков в выходные)

С позиции внутреннего наблюдателя потоки энергии в системе с точки зрения внутреннего наблюдателя учитываются как внешние, так и внутренние потоки энергии, потребляемые компонентами системы. В общем виде потоки энергии с позиции внутреннего наблюдателя представлены на рис. 3.

Поскольку одну и ту же систему можно рассматривать с позиции как внешнего (рис. 2), так и внутреннего (рис. 3) наблюдателей, ее потоки энергии могут быть определены различными способами (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение потоков энергии системы с позиции различных наблюдателей

№ п/п	Поток энергии	Определение потока со стороны наблюдателя	
		внешнего	внутреннего
1	Полная мощность системы $N$	полный поток энергии на входе в систему из внешней среды	полный поток энергии, потребляемый всеми компонентами системы в совокупности (как внешний, так и внутренний потоки)
2	Полезная мощность системы $P$	активный поток энергии на выходе из системы во внешнюю среду	активный поток энергии, производимый всеми компонентами системы в совокупности (как внешний, так и внутренний потоки)
3	Мощность потерь системы $G$	пассивный поток энергии на выходе из системы во внешнюю среду	пассивный поток энергии всех компонентов системы в совокупности, выводимый во внешнюю среду

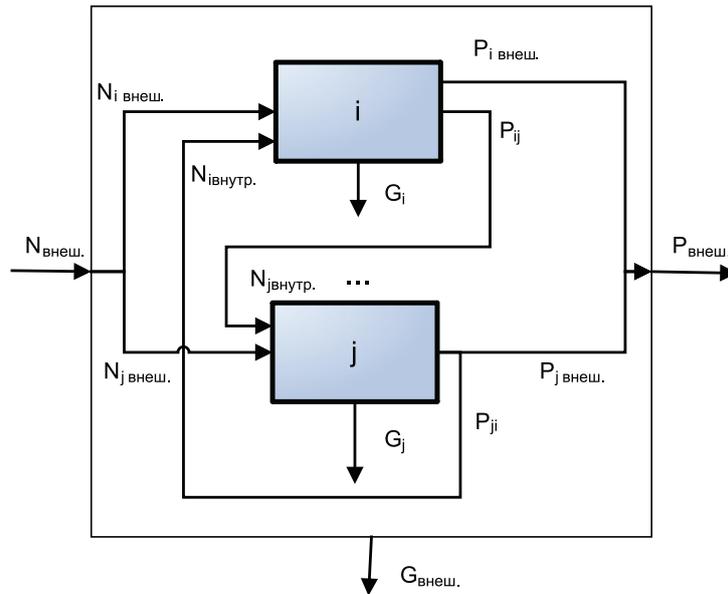


Рис. 3. Потoki энергии открытой системы с точки зрения внутреннего наблюдателя (компоненты системы  $i$  и  $j$  связаны друг с другом и с внешней средой)

Допустимые комбинации позиций наблюдателей при описании потоков энергии для расчета КПД приведены в табл. 2.

Всего возможно четыре варианта рассмотрения потоков в системе (рис. 3) в за-

висимости от позиции наблюдателя. Причем двум из них соответствуют смешанные позиции наблюдателей (внешнему по одному потоку и внутреннему по другому потоку).

Таблица 2

Варианты рассмотрения потоков энергии системы при различных позициях наблюдателей

		Поток $N$	
		Внешний наблюдатель	Внутренний наблюдатель
Поток $P$	Внешний наблюдатель	1 вариант	4 вариант
	Внутренний наблюдатель	3 вариант	2 вариант

Рассмотрим потоки энергии в системе (в общем виде) с учетом внутренних взаимных связей между компонентами и с окружающей систему средой (рис. 3).

Полный поток энергии  $N_{\text{внеш}}$ , поступающий в систему из внешней среды, потребляется  $i$ -компонентом и  $j$ -компонентом –  $N_{i\text{внеш}}$  и  $N_{j\text{внеш}}$  соответственно:

$$N_{\text{внеш}} = N_{i\text{внеш}} + N_{j\text{внеш}}. \quad (3)$$

Поскольку компоненты системы связаны друг с другом потоками взаимного обмена, то помимо полного потока энергии  $N_{\text{внеш}}$ , поступающего из внешней среды, компоненты системы потребляют полный поток энергии  $N_{\text{внутр}}$ , формирующийся внутри системы:

$$N_{\text{внутр}} = N_{i\text{внутр}} + N_{j\text{внутр}}. \quad (4)$$

$$N = N_i + N_j = N_{j\text{внеш}} + N_{i\text{внеш}} + P_{ji} + P_{ij} = N_{\text{внеш}} + P_{ji} + P_{ij}. \quad (7)$$

При этом внутренние потоки энергии одновременно являются результатом деятельности других компонентов системы:  $N_{i\text{внутр}} = P_{ji}$  и  $N_{j\text{внутр}} = P_{ij}$ , где  $P_{ji}$  – активный поток энергии, производимый  $j$ -компонентом и потребляемый  $i$ -компонентом, аналогично,  $P_{ij}$  – активный поток энергии, производимый  $i$ -компонентом и потребляемый  $j$ -компонентом.

Полные потоки энергии  $i$ -компонента  $N_i$  и  $j$ -компонента  $N_j$  будут складываться из внешних и внутренних потоков энергии соответственно:

$$N_i = N_{i\text{внеш}} + N_{i\text{внутр}} = N_{i\text{внеш}} + P_{ji}; \quad (5)$$

$$N_j = N_{j\text{внеш}} + N_{j\text{внутр}} = N_{j\text{внеш}} + P_{ij}. \quad (6)$$

С точки зрения внутреннего наблюдателя полный поток энергии  $N$  всей системы в целом будет состоять из суммы полных потоков энергии всех компонентов системы:

С точки зрения внешнего наблюдателя полный поток энергии будет равен только внешнему полному потоку энергии  $N_{\text{внеш}}$ , поступающему в систему (3):

$$N = N_{\text{внеш}}. \quad (8)$$

Активный поток энергии  $P_{\text{внеш}}$ , выводимый из системы во внешнюю среду, производится  $i$ -компонентом и  $j$ -компонентом –  $P_{i\text{внеш}}$  и  $P_{j\text{внеш}}$  соответственно:

$$P_{\text{внеш}} = P_{i\text{внеш}} + P_{j\text{внеш}}. \quad (9)$$

Кроме активного потока энергии  $P_{\text{внеш}}$ , поступающего из системы во внешнюю среду, компоненты системы производят внутренний активный поток энергии  $P_{\text{внутр}}$ , потребляемый внутри системы:

$$P_{\text{внутр}} = P_{i\text{внутр}} + P_{j\text{внутр}} = P_{ij} + P_{ji}. \quad (10)$$

$$P = P_i + P_j = P_{i\text{внеш}} + P_{ij} + P_{j\text{внеш}} + P_{ji} = P_{\text{внеш}} + P_{ij} + P_{ji}. \quad (15)$$

С точки зрения внешнего наблюдателя активный поток энергии  $P$  будет равен только внешнему активному потоку энергии  $P_{\text{внеш}}$ , поступающему из системы (9):

$$P = P_{\text{внеш}}. \quad (16)$$

Мощность потерь или пассивный поток энергии всей системы рассчитывается

Пусть каждый компонент системы функционирует с собственным заданным КПД:  $i$ -компонент – с  $\varphi_i$ ,  $j$ -компонент – с  $\varphi_j$ .

Тогда активный поток энергии каждого компонента системы может быть вычислен на основании формулы (2):

$$P_i = \varphi_i \cdot (N_{i\text{внеш}} + N_{i\text{внутр}}) = \varphi_i \cdot (N_{i\text{внеш}} + P_{ji}); \quad (11)$$

$$P_j = \varphi_j \cdot (N_{j\text{внеш}} + N_{j\text{внутр}}) = \varphi_j \cdot (N_{j\text{внеш}} + P_{ij}). \quad (12)$$

С другой стороны активные потоки энергии каждого компонента системы будут равны:

$$P_i = P_{i\text{внеш}} + P_{i\text{внутр}} = P_{i\text{внеш}} + P_{ji}; \quad (13)$$

$$P_j = P_{j\text{внеш}} + P_{j\text{внутр}} = P_{j\text{внеш}} + P_{ij}. \quad (14)$$

С точки зрения внутреннего наблюдателя активный поток энергии  $P$  всей системы будет состоять из суммы активных потоков энергии всех компонентов системы:

путем суммирования пассивных потоков энергии каждого компонента системы и от позиции наблюдателя не зависит:

$$G = G_{\text{внеш}} = G_i + G_j. \quad (17)$$

Результаты расчета энергетических потоков и КПД системы (рис 3) с учетом позиции наблюдателя (в соответствии с табл. 2) представлены в табл. 3.

**Таблица 3**

Сравнительная таблица расчета энергетических потоков и КПД для различных позиций наблюдателей (см. табл. 2) в системе с процессами внутреннего взаимного обмена

Варианты позиции наблюдателя	Общая формула
1	2
<b>Полный поток энергии, <math>N</math></b>	
1 вариант ( $N, P$ – внешний наблюдатель)	$N_{\text{внеш}} = N_{i\text{внеш}} + N_{j\text{внеш}}$
2 вариант ( $N, P$ – внутренний наблюдатель)	$N = N_{i\text{внеш}} + N_{j\text{внеш}} + P_{ji} + P_{ij}$
3 вариант ( $N$ – внешний наблюдатель, $P$ – внутренний наблюдатель)	$N_{\text{внеш}} = N_{i\text{внеш}} + N_{j\text{внеш}}$
4 вариант ( $N$ – внутренний наблюдатель, $P$ – внешний наблюдатель)	$N = N_{i\text{внеш}} + N_{j\text{внеш}} + P_{ji} + P_{ij}$
<b>Активный поток энергии, <math>P</math></b>	
1 вариант ( $N, P$ – внешний наблюдатель)	$P = \varphi_i(N_{i\text{внеш}} + P_{ji}) - P_{ij} + \varphi_j(N_{j\text{внеш}} + P_{ij}) - P_{ji}$
2 вариант ( $N, P$ – внутренний наблюдатель)	$P = \varphi_i \cdot (N_{i\text{внеш}} + P_{ji}) + \varphi_j \cdot (N_{j\text{внеш}} + P_{ij})$
3 вариант ( $N$ – внешний наблюдатель, $P$ – внутренний наблюдатель)	$P = \varphi_i(N_{i\text{внеш}} + P_{ji}) - P_{ij} + \varphi_j(N_{j\text{внеш}} + P_{ij}) - P_{ji}$
4 вариант ( $N$ – внутренний наблюдатель, $P$ – внешний наблюдатель)	$P = \varphi_i \cdot (N_{i\text{внеш}} + P_{ji}) + \varphi_j \cdot (N_{j\text{внеш}} + P_{ij})$

1	2
<b>КПД системы в целом</b>	
1 вариант ( $N, P$ – внешний наблюдатель)	$\varphi_1 = \frac{\varphi_i(N_{i\text{внеш}} + P_{ji}) - P_{ij} + \varphi_j(N_{j\text{внеш}} + P_{ij}) - P_{ji}}{N_{i\text{внеш}} + N_{j\text{внеш}}}$
2 вариант ( $N, P$ – внутренний наблюдатель)	$\varphi_2 = \frac{\varphi_i \cdot (N_{i\text{внеш}} + P_{ji}) + \varphi_j \cdot (N_{j\text{внеш}} + P_{ij})}{N_{i\text{внеш}} + N_{j\text{внеш}} + P_{ji} + P_{ij}}$
3 вариант ( $N$ – внешний наблюдатель, $P$ – внутренний наблюдатель)	$\varphi_3 = \frac{\varphi_i \cdot (N_{i\text{внеш}} + P_{ji}) + \varphi_j \cdot (N_{j\text{внеш}} + P_{ij})}{N_{i\text{внеш}} + N_{j\text{внеш}}}$
4 вариант ( $N$ – внутренний наблюдатель, $P$ – внешний наблюдатель)	$\varphi_4 = \frac{\varphi_i(N_{i\text{внеш}} + P_{ji}) - P_{ij} + \varphi_j(N_{j\text{внеш}} + P_{ij}) - P_{ji}}{N_{i\text{внеш}} + N_{j\text{внеш}} + P_{ji} + P_{ij}}$

Видно, что при  $P_{ij} \neq 0$  и  $P_{ji} \neq 0$  (компоненты системы связаны потоками взаимного обмена), значение КПД системы будет зависеть от позиции наблюдателя, производящего расчет:  $\varphi_3 > \varphi_2 > \varphi_1 > \varphi_3 > \varphi_4$ .

В первом варианте система рассматривается только с позиции внешнего наблюдателя, как открытая система – преобразователь входных потоков в выходные, при этом не учитываются внутренние процессы, протекающие в системе. Такой вариант рассмотрения является классическим. Во втором варианте учитываются и внешние потоки, и внутренние. Такое рассмотрение системы характерно для внутреннего наблюдателя. Третий и четвертый варианты рассмотрения являются смешанными, поскольку входные и выходные потоки рассчитываются с позиции различных наблюдателей. При этом, в третьем варианте КПД системы самый высокий, поскольку значение потребляемых ресурсов учитывает только внешние потоки, а значение производимых продуктов – и внешние, и внутренние потоки. В четвертом варианте все наоборот.

В случае, если

$$P_{ij} = P_{ji} = 0: \varphi_3 = \varphi_2 = \varphi_1 = \varphi_3 = \varphi_4.$$

### Заключение

Таким образом, выбор параметров для модельного описания системы управления требует точного определения позиции наблюдателя. Разделение позиции наблюдателя позволяет выделить два взаимосвязанных аспекта функционирования системы управления: внешний и внутренний [5]. Например, рассматривая муниципальное образование (в качестве системы управления) изнутри, как самостоятельную систему, отдают предпочтение факторам, обеспе-

чивающим устойчивость муниципального образования как такового, т.е. развитию его внутренней инфраструктуры и субъектов предпринимательской деятельности с целью установления внутренних стабильных процессов взаимного обмена. Рассматривая муниципальное образование извне, как элемент более сложной системы – региона, страны, планеты в целом – обращают внимание, прежде всего, на результаты деятельности муниципального образования, вносящие вклад в обеспечение устойчивости в глобальном масштабе, т.е. на результаты функционирования системы, поступающие во внешнюю среду (или общее потребление системы из внешней среды).

Поскольку такое рассмотрение системы с различных сторон приводит к различиям в агрегировании результатов расчетов, то, в конечном итоге, это может привести искажению данных, снижая эффективность принятия решений при управлении системой. Полученные результаты доказывают необходимость сочетания позиций наблюдателя при выборе и расчете параметров управления системой.

### Список литературы

1. Михайлов В.С. Теория управления. – Киев: Выща школа, 1988. 312 с.
2. Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я. Введение в системологию и системотехнику. – Екатеринбург: ИРРО, 1994. – 198 с.
3. Попков В.В. Концептуально – теоретические основы экономического конструктивизма / Препринт # ИВ1/2/2010. – Екатеринбург: МИАБ, 2010. – 75 с.
4. Кузнецов О.Л., Большаков Б.Е. Устойчивое развитие: Научные основы проектирования в системе природа-общество-человек: учебник. – СПб.-М.-Дубна, 2001. – 616 с.
5. Ульянова Е.А., Берг Д.Б. Подсистема оптимизации экономики муниципального образования в системе поддержки принятия решений // ИТНОП-2010: материалы IV Международной научно-технической конференции, Т2 / под общ. ред. д.т.н., проф. И.С. Константинова. – Орел: ОрелГТУ, 2010. – С. 155–162.