

Зв'язок, радіотехніка, радіолокація, акустика та навігація

УДК 007.51

И.В. Барышев, А.А. Дахно

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

АНАЛИЗ РЕФЛЕКСИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

В последние годы при планировании принятия решений особое внимание как теоретиков, так и практиков привлекают средства информационного и рефлексивного управления. Под рефлексией понимают способность субъекта занимать позицию наблюдателя по отношению к своим мыслям, чувствам и поведению. На современном этапе практическое использование рефлексивного управления опережает теоретические исследования в этой области. Поэтому общая проблема разработки научно-методических основ рефлексивного управления с учетом противодействия деструктивному давлению и активному влиянию на другие субъекты социально-экономических систем приобретает как научную, так и практическую значимость. Актуальной проблемой исследований рефлексивных процессов является получения реальных моделей, необходимых для реализации методов рефлексивного управления при информационном взаимодействии субъектов. Цель статьи – определение моделей рефлексивного поведения.

Ключевые слова: рефлексия, рефлексивное управление, ранг рефлексии, модель рефлексии первого порядка, структура радиолокационного конфликта, критерии оптимальности.

Введение

Идея завоевания победы без непосредственного участия в боевых действиях является притягательной на протяжении более чем двух с половиной тысяч лет с момента ее формулирования Сунь-Цзы [1]. Свообразной и наиболее распространенной попыткой воплощения этой идеи является концепция «информационного противоборства». «Камнем преткновения» в широкомасштабном применении методов бесконтактного завоевания превосходства над противником является поиск фундаментальных теоретико-методологических оснований, способных стать базисом конкретной результативной методики организации информационных, коммуникативных и управленческих не боевых действий, позволяющих поставить противника в невыгодное положение, исключающее, ограничивающее или сковывающее его активность.

В связи с этим в последние годы при планировании принятия решений особое внимание, как теоретиков, так и практиков привлекают средства информационного и рефлексивного управления [2]. Большую роль в развитии информационного управления сыграли результаты исследований психологии поведения человека [3]. При принятии решения в конфликтной ситуации субъекты действуют, исходя из своих собственных представлений о реальной ситуации и партнере [4]. При этом важным становится умение маскировать собственные цели и возможности, правильно оценивать цели и возможности партнера. Преимущество на интеллектуальном уровне позволяет в ряде случаев проводить рефлексивное управление, в результате ко-

торого субъект как бы самостоятельно выбирает линию поведения. На современном этапе практическое использование рефлексивного управления опережает теоретические исследования в этой области. Поэтому общая проблема разработки научно-методических основ рефлексивного управления с учетом противодействия деструктивному давлению и активному влиянию на другие субъекты социально-экономических систем приобретает как научную, так и практическую значимость. Актуальной проблемой исследований рефлексивных процессов является получения реальных моделей, необходимых для реализации методов рефлексивного управления при информационном взаимодействии субъектов.

Цель статьи – определение моделей рефлексивного поведения.

Изложение основного материала

Модель субъекта с рефлексией

Под рефлексией понимают способность субъекта занимать позицию наблюдателя по отношению к своим мыслям, чувствам и поведению. Такой вид рефлексии называют авторефлексией [5]. Способность субъекта отражать в своем сознании представления, мысли и чувства других субъектов называют взаимной рефлексией. В работах В. Лефевра [4–9] предлагается трехуровневая модель рефлексии и подход к формализации рефлексивного поведения, основанный на этой модели (рис. 1).

В любой ситуации человек подвергается воздействию внешнего мира, которое он воспринимает

как реальность. Получая некоторые импульсы из внешней среды, человек регистрирует и осознает далеко не все, поэтому, совершая некоторый поступок, он часто не может объяснить, что побудило его к совершению этого действия. Такое бессознательное восприятие субъектом импульсов внешней среды будем называть давлением внешнего мира. Обозначим его a_1 .

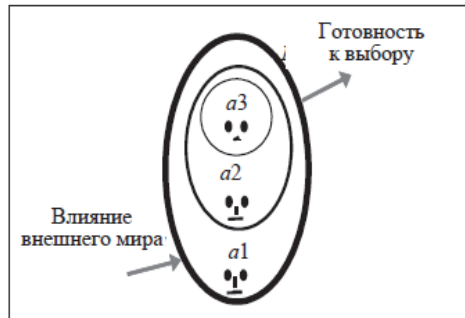


Рис. 1. Схема рефлексии

Каждый человек имеет некоторый опыт функционирования во внешней среде. Опыт создает у него психологическую установку – ожидаемое давление внешнего мира, которое будет различным в различных ситуациях. Даже оказавшись в незнакомой и непривычной ситуации, человек имеет некоторые ожидания относительно внешней среды. Эти прошлые знания человека, ожидаемое давление внешней среды, психологическая установка образуют второй уровень модели субъекта. Обозначим его временной a_2 .

Каждый человек функционирует во внешнем мире, имея свои собственные желания, строя планы относительно будущего, в том числе и нереальные. Планы и желания отражают представления человека о сложившейся ситуации и о себе самом в этой ситуации. Они порождают интенции субъекта – стремление выполнить некоторое действие. Интенции субъекта формируются на основе его субъективной модели реальности, т.е. его представления о себе самом в сложившейся ситуации. Интенции (направленность сознания, мышления на какой-либо предмет) субъекта, его планы и желания находятся на третьем уровне модели. Обозначим их a_3 . Таким образом, модель внутреннего мира субъекта состоит из трех уровней восприятия реальности: неосознаваемое давление внешнего мира, ожидаемое давление, сформированное прошлым опытом, и интенции субъекта в сложившейся ситуации. Второй и третий уровни представляют субъективное восприятие самого себя в данной ситуации. Поэтому в совокупности эти два уровня описывают самооценку субъекта – «образ себя» в данной ситуации, который складывается из психологической установки и интенций субъекта [4–9]. Описывая отношения между субъектом деятельности, объектом его деятельности и дру-

гими субъектами можно выделить несколько порядков (рангов) рефлексии [10].

Отношения первого порядка (нулевой ранг рефлексии, имеет место оценка):

- оценка субъектом результатов своей деятельности (самооценка результатов);
- оценка субъектом самого себя (самооценка себя как личности);
- оценка субъектом других субъектов – людей (как личностей);
- оценка другими субъектами (людьми) результатов деятельности субъекта;
- оценка субъекта (как личности) другими субъектами (людьми).

Этими пятью отношениями исчерпываются возможные комбинации отношений первого порядка (объект в силу своей пассивности не способен к оценке, самооценку других субъектов мы не рассматриваем).

Отношения второго порядка (рефлексия первого ранга). Здесь необходимо разделить:

- авторефлексию (рефлексию первого рода), которой соответствуют последовательности, относящиеся к размышлениям субъекта о его самооценке, его самооценке его результатов;
- размышления субъекта о самооценке результатов;
- размышления субъекта о его самооценке;

и

- рефлексию второго рода (все остальные последовательности):
- размышления субъекта об оценке другими субъектами результатов его деятельности («что другие думают о результатах моей деятельности»);
- размышления субъекта об оценке его самого другими субъектами («что другие думают обо мне»);
- размышления других субъектов о самооценке субъекта;
- размышления других субъектов о самооценке субъектом результатов своей деятельности;
- размышления других субъектов об оценке их субъектом.

Отношения третьего порядка (рефлексия второго ранга). Здесь уже вариантов больше. Приведем некоторые из них: – размышления субъекта о размышлениях других субъектов о самооценке субъектом своих результатов («что другие думают о том, как я оцениваю свои результаты»); – размышления других субъектов о размышлениях субъекта об оценке другими субъектами результатов его деятельности и т.д.

Аналогично описываются и другие, более высокие ранги рефлексии.

Модель рефлексии первого ранга

В работах В. Лефевра рассматривается ситуация, когда субъект стоит перед выбором одной из двух альтернатив, из которых одна оценивается по-

зитивно, другая – негативно. Вводятся две переменные $a_1, a_2 \in \{0,1\}$. Предполагается, что a_1 описывает влияние внешнего мира, причем $a_1=0$ означает, что мир склоняет субъекта к выбору негативного действия, а $a_1=1$ предлагает устоять от искушения совершить негативный поступок. Вводится булева функция [11] A_1 , описывающая выбор субъекта, причем $A_1=0$ означает, что субъект готов поддаться искушению, $A_1=1$ – субъект отвергает соблазн.

Если субъект не имеет никакого представления о внешней среде, то его готовность к выбору будет описываться простым равенством $A_1=f(a_1)$. Тогда он может всегда выбирать только негативный или только позитивный полюс $f(a_1)=0, f(a_1)=1$ просто подчиняться давлению мира $f(a_1)=a_1$ или действовать всегда наперекор ему $f(a_1)=\neg a_1$ (a_1 – означает отрицание a_1 , то есть не a_1). Во всех этих случаях поведение субъекта не зависит от его внутреннего мира. Он не рефлексивизирует ситуации, поэтому такая модель описывает субъекта без рефлексии.

Модель рефлексии первого ранга содержит некоторые представления субъекта о себе и ситуации («образ себя»), поэтому она описывается функцией $A_1=f(a_1, a_2)$, где a_1 – оценка давления внешнего мира в сторону выбора одной из альтернатив; a_2 – некоторая «внутренняя модель» субъекта с его представлением о себе в момент выбора. Значение $a_2=0$ свидетельствует о том, что субъект ожидает деструктивного влияния внешнего мира, $a_2=1$ – позитивного.

Простейшая модель субъекта с рефлексией строится, исходя из двух фундаментальных предположений [8]. Первое: если влияние внешнего мира позитивно, то субъект всегда готов к позитивному выбору $f(1, a_2)=1$. Эта идеализация рефлексивного субъекта накладывает ограничения на модель, так как, обладая свободой воли, человек способен совершать дурные поступки, даже если он не подвергается негативному воздействию извне. Но в данной теории такие ситуации исключаются и рассматриваются только «плохие» ситуации, когда мир склоняет субъект к действиям, имеющим негативные оценки. Это ограничение необходимо, так как дает возможность в дальнейшем построить простую и ясную модель, имеющую прозрачную психологическую интерпретацию. Второе предположение: субъект способен противостоять негативному влиянию среды $f(0, a_2)=\neg a_2$.

Из этих двух равенств нетрудно составить таблицу истинности булевой функции, описывающей возможности выбора субъекта в ситуации выбора между негативным и позитивным действиями.

Из табл. 1 следует, что если влияние внешнего мира позитивно $a_1=1$, то субъект принимает позитивное решение $A_1=1$. Если влияние внешнего мира деструктивно $a_1=0$, то основную роль в поведении субъекта играет его психологическая установка. Если ожидания субъекта завышены, он настроен на позитивное восприятие внешнего мира $a_2=1$, то, столкнувшись с негативным воздействием, испыты-

вает фрустрацию и подчиняется давлению извне $A_1=1 \rightarrow 0=0$. Если же ожидания субъекта адекватны давлению мира $a_2=0$, он готов к деструктивному влиянию извне и способен противодействовать ему, выбирая позитивное решение $A_1=0 \rightarrow 0=1$. Отсюда следует, что модель рефлексии первого ранга представляет собой импликацию

$$A_1=f(a_1, a_2)=a_2 \rightarrow a_1 = \neg a_2 \vee a_1, \quad (1)$$

которая показывает, как вырабатывается готовность к выбору под влиянием внешней среды и психологической установки субъекта без учета его планов и желаний (рис. 2). Такая схема рефлексивного поведения описывает «автоматические» действия субъекта и поэтому названа «примитивным выбором».

Таблица 1

Таблица истинности

a_1	a_2	$f(a_1, a_2)$
1	1	1
1	0	1
0	1	0
0	0	1

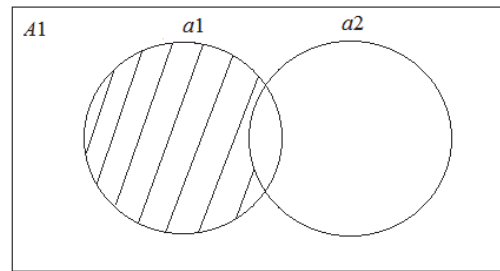


Рис. 2. Модель рефлексии первого ранга на основе булевой алгебры (с учетом выражения №1)

Пример

Наиболее ярко отношения между объектами-исследователями проявляются в конфликте, поэтому он представляет значительный интерес для анализа взаимоотношений исследователя и системы, сравнимой или превосходящей его по совершенству [12–13]. Проникновение в замысел оппонента, т.е. анализ его «мыслей» делается жизненно необходимым. Само объективное положение дел вынуждает участника конфликта стать исследователем внутреннего мира своего противника и построить «своеобразную теорию». Но это необычный случай взаимодействия объекта и теории. Объект всячески пытается быть неадекватным теории, он непрерывно «уходит» от построенной теории, делая ее неверной.

Пусть функционируют две радиотехнические системы А и В (рис. 3), каждая из которых имеет систему управления R (управления действиями стороны $A(R_A)$ или $B(R_B)$), объекты управления, а также источники информации (информационное обеспечение объектов управления) данные которых по-

ступають в систему управління R для формування інформаційної моделі I(a) ситуації a.

V_A – предствалення системи A о своих возможностях. V_{AB} – предствалення $I_A(I_B(a))$ системы A о возможности системы B. Система B также может иметь модель $I_B(I_A(a))$.

Задача принятия решения о плане работы с целью получения необходимого результата рассматривается со стороны одной из систем. В этом случае план работы определяется отношением цели работы системы и предположения об их информативности.

Система A принимает решения, учитывая цели работы системы и возможности других систем. Значит, она использует рефлексивное мышление. Управление, основанное на многократном отражении в системе представлений о возможностях и целях работы взаимодействующих систем, называется рефлексивным.

В этом случае рефлексивное управление выступает как способ передачи противоборствующей стороне специально подготовленной информации, что б спровоцировать её "добровольно" принять решения, необходимое иницирующей стороне. В рамках теории рефлексивного управления устанавливаются степень осведомленности противостоящих систем о целях и возможностях друг друга.

Основные осуществления рефлексивного управления:

- силовое давление;
- имитация ложной обстановки, в которой функционирует объект;
- изменения времени принятия решения противоборствующей стороной;
- влияние на алгоритмы принятия решения.

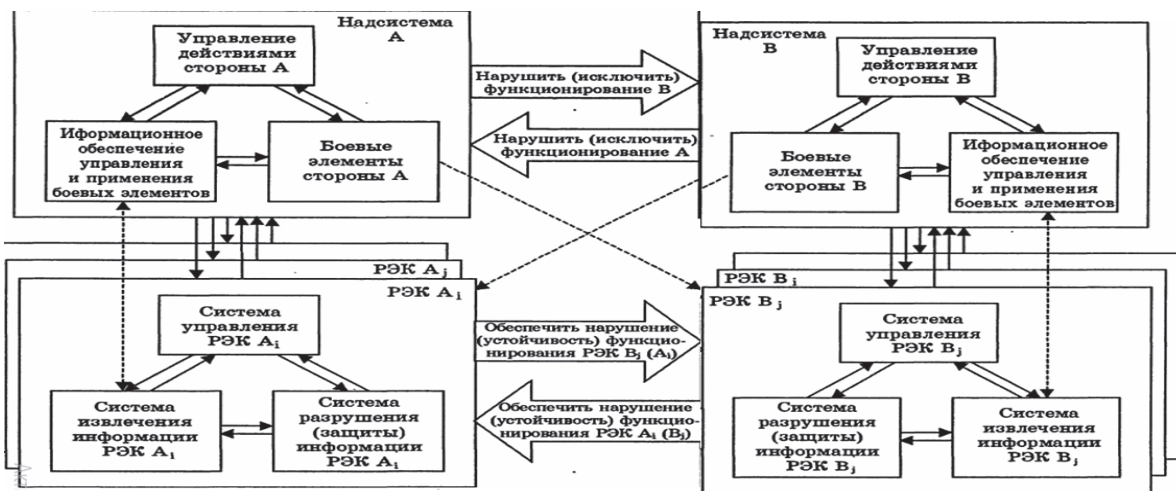


Рис. 3. Структура радиолокационного конфликта

Если во время принятия решения система A не учитывает целеустремленный характер действия системы B, то говорят о нулевом ранге рефлексии. При первом ранге рефлексии система A имеет информацию о цели работы системы B, которая действует целеустремленно и учитывает её представления о возможностях V_A системы A. В этом плане радиолокационные системы могут осуществлять два аспекта действий: атакующий и защитный. Допустим, что система B пытается нарушить или ухудшить работоспособность системы извлечения информации системы A, путем введения ложных целей или смещения цели на экране обнаружителя. Здесь осуществляется рефлексивное управление первого ранга поскольку мы имеем представления о своей системе и учитываем способы разрушения (ухудшения) которыми могут воспользоваться противники зная нашу систему. Поэтому для исключения ложных целей нужно обрабатывать поступившую информацию по некоторому оптимальному алгоритму [14]. Рассматриваемая задача относится к задачам проверки статистических гипотез. Для принятия решения, оптимального по некоторому критерию, нужно выполнить соответствующие преобразования над принятой смесью полезного сигнала, ме-

шающих сигналов (помех) и шумов. Существует большое количество статистических критериев оптимальности [14–16], однако известно, что все они приводят к стандартной процедуре вычисления отношения правдоподобия (ОП) или его монотонной функции (обычно вычисляют логарифм (ОП) и сравнения результата с порогом β_{0i} :

$$L(x_i) = \frac{W(x_i / s_{1i})}{W(x_i / s_{0i})} \leq \beta_{0i} \quad (2)$$

или
$$l(x_i) = \ln \frac{W(x_i / s_{1i})}{W(x_i / s_{0i})} \leq \ln \beta_{0i}, \quad (3)$$

где $W(x_i/s_{1i})$ – условная плотность вероятности входной смеси при условии наличия полезного сигнала (ложная цель); $W(x_i/s_{0i})$ – условная плотность вероятности при условии отсутствия полезного сигнала (отсутствие ложной цели). По результатам обработки могут быть приняты следующие решения.

1. При использовании алгоритма с фиксированным объемом выборки $Nb = \text{const}$ и пороговым уровнем β_{ci} , который устанавливается в устройстве оптимальной обработки:

- $\beta_0 < \beta_{ci}$ – отсутствие ложной цели;

– $\beta_0 > \beta_{ci}$ – ложная цель.

2. При использовании алгоритма последовательного анализа с переменным объемом выборки $Nb = var$, нижним β_{ci} и верхним B_{ci} пороговыми уровнями, которые устанавливаются в устройстве оптимальной обработки:

- $\beta_0 < \beta_{ci}$ – отсутствие ложной цели;
- $\beta_0 > B_{ci}$ – ложная цель;
- $\beta_{ci} < \beta_0 < B_{ci}$ – продолжаем наблюдение.

Выводы

Выводы, полученные на основе анализа модели рефлексивного выбора, совпадают с принципами рефлексивного управления, которые используются в военном деле, политике, при манипулировании общественным сознанием. Это служит подтверждением правильности описания рефлексивных процессов предлагаемыми математическими моделями, что позволяет использовать их в моделировании конфликтных радиоэлектронных систем с рефлексией. Рассматриваемая модель позволяет определить степень свободы выбора субъектов, на основании которой можно прогнозировать их поведение и управлять ими в условиях когнитивного конфликта с учетом влияния внешней среды, психологической установки и интенций субъектов. Использование математических моделей позволяет разработать методику рефлексивного и информационного управления и на ее основе автоматизировать процесс поддержки принятия решений в сложных конфликтных ситуациях. Перспективой дальнейших исследований в данном направлении является разработка и использование методов рефлексивного управления для повышения устойчивости работы радиоэлектронных систем в условиях конфликта.

Список литературы

1. Сунь-Цззы. Искусство войны / Сунь-Цззы. – М., 2008. – 68 с.

2. Лепский В.Е. Рефлексивное управление в тоталитарных секторах / В.Е. Лепский, А.М. Степанов // Рефлексивное управление. – М.: Ин-т психологии РАН, 2000. – С. 122-133.

3. Климов Е.А. Введение в психологию труда / Е.А. Климов. – М.: Культура и спорт, ЮНИТИ, 1998. – 350 с.

4. Лефавр В.А. Конфликтующие структуры. Издание второе, переработанное и дополненное / В.А. Лефавр. – М.: Советское радио, 1973. – 158 с.

5. Лефавр В.А. Лекции по теории рефлексивных игр / В.А. Лефавр. – М.: Когито-Центр, 2009. – 218 с.

6. Ionov M.D. On Reflexive Control of Enemy in Combat / M.D. Ionov // Military thought (English edition). – No. 1 (January 1995). – P. 46-47.

7. Лефевр В.А. Логика рефлексивных игр и рефлексивное управление. В сб. «Принятие решения человеком» / В.А. Лефавр. – Тбилиси: Мецниереба, 1967.

8. Лефевр В.А. Космический субъект / В.А. Лефавр. – М.: Ин-кварти, 1966. – 168 с.

9. Lefebvre V. The Fundamental Structures of Human Reflexion. The Structure of Human Reflexion: The Reflexional Psychology of Vladimir Lefebvre / V. Lefebvre. – Peter Lang Publishing, 1990. – P. 5-69.

10. Новиков Д.А. Рефлексия и управление: математические модели / Д.А. Новиков, А.Г. Чхартушвили. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2013. – 412 с.

11. Колмогоров А.Н. Введение в математическую логику / А.Н. Колмогоров, А.Г. Драгалин. – М.: КомКнига, 2006. – 240 с.

12. Дружинин В.В. Введение в теорию конфликта / В.В. Дружинин, Д.С. Конторов, М.Д. Конторов. – М.: Радио и связь, 1989. – 288 с.

13. Дружинин В.В. Конфликтная радиолокация / В.В. Дружинин, Д.С. Конторов. – М.: Радио и связь, 1982. – 124 с.

14. Сосулин Ю.Г. Теория обнаружения и оценивания стохастических сигналов / Ю.Г. Сосулин. – М.: Сов. радио, 1978. – 320 с.

15. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники / Б.Р. Левин. – М.: Сов. радио, 1968. – 504 с.

16. Леман Э. Проверка статистических гипотез / Э. Леман. – М.: Наука, 1979. – 408 с.

Поступила в редколлегию 21.04.2017

Рецензент: д-р техн. наук проф. А.И. Тимочко, Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

АНАЛІЗ РЕФЛЕКСИВНОГО УПРАВЛІННЯ В РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

І.В. Барішев, А.О. Дахно

В останні роки при плануванні прийняття рішень особливу увагу як теоретиків, так і практиків отримують засоби інформаційного та рефлексивного управління. Під рефлексією розуміють здатність суб'єкта займати позицію спостерігача по відношенню до своїх думок, почуттів і поведінки. На сучасному етапі практичне використання рефлексивного управління випереджає теоретичні дослідження в цій галузі. Тому загальна проблема розробки науково-методичних основ рефлексивного управління з урахуванням протидії деструктивному тиску і активного впливу на інші суб'єкти соціально-економічних систем набуває як наукову, так і практичну значимість. Актуальною проблемою досліджень рефлексивних процесів є отримання реальних моделей, необхідних для реалізації методів рефлексивного управління при інформаційній взаємодії суб'єктів. Мета статті - визначення моделей рефлексивної поведінки.

Ключові слова: рефлексія, рефлексивне управління, ранг рефлексії, модель рефлексії першого порядку, структура радіолокаційного конфлікту, критерії оптимальності.

ANALYSIS OF REFLEXIV CONTROL IN RADIOELECTRONIC INFORMATION SYSTEMS

I. Barushev, A. Dahno

In recent years in the planning decision-making special attention of both theoreticians and practices involve means of information and reflexive control. Under the reflection of the subject understands the ability to occupy the position of the observer with respect to his own thoughts, feelings and behavior. At present, the practical use of reflexive control ahead of theoretical research in this field. Therefore, the general problem of development of scientific and methodological foundations of reflexive control in view of counteracting the destructive pressures and active influence on the other actors of socio-economic systems acquire both scientific and practical significance. An important problem is the study of reflexive processes etsya get real models necessary for the implementation of reflexive control methods in information interaction subjects. The purpose of the article – the definition of reflexive behaviors.

Keywords: reflection, reflexive control, reflection rank, model of reflection of the first order, the structure of a radar conflict, optimality criteria.