Нейрофизиологические и психологические основания знаковой картины мира

Г.С.Осипов
Институт системного анализа РАН
gos@isa.ru

ВОЗВРАТ ВОЗБУЖДЕНИЯ

- В работах ряда нейрофизиологов: Эдельман, 1981), (Сергин, 1994), Дж. Десмедт и К.Томберг (1995), Дж.Грей (1995)и других в качестве основы субъективных переживаний предложена идея информационного синтеза.
- Информационный синтез реализуется распространением возбуждения из проекционной в ассоциативную кору, гиппокамп и мотивационные центры.
- Далее возбуждение возвращается в проекционную кору. Этот эффект назван повторным входом.

ЦЕПИ ПОВТОРНОГО ВХОДА

- В 1974 году Маунткасл (Маунткасл, 1974) показал, что цепями, которые могут принимать участие в схеме повторного входа могут являться таламо-кортикальные и кортико-таламические иррадиации.
- В работах Иваницкого (Иваницкий,1976) были сопоставлены физиологические и психологические данные в рамках одного эксперимента

Синтез на корковых нейронах

- В последующие годы гипотезу информационного синтеза подтвердил ряд работ нейрофизиологов, в частности в которых экспериментально установлено, что на корковых нейронах осуществляется синтез двух видов информации: текущей информации о физических характеристиках стимула и извлекаемой из памяти информации о его *значимости*.
- Среди наиболее значимых работ этого направления можно назвать работы Дж. Эдельмана, который использовал для описания процесса повторного входа термин re-entering .

КРУГ ОЩУЩЕНИЙ

Гипотеза информационного синтеза

- От органов чувств сигнал поступает в проекционную кору;
- Далее возбуждение распространяется в ассоциативную кору, где сигнал *сравнивается с эталоном* и опознаётся;
- Возбуждение переходит на *энторинальную* кору, имеющую (совместно с гиппокампом) отношение к памяти. Определяется *значени*е сигнала, его отношение к той или иной потребности.
- Затем возбуждение перемещается в *мотивационные центры* промежуточного мозга;
- Из мотивационных центров возбуждение возвращается в кору, в том числе и в зоны первичной проекции.
- Такой цикл получил название «круга ощущений».

Возникновение психической функции

- Резюмируя, процесс возникновения психической функции можно представить следующим образом:

  психическая функция возникает на основе синтеза

  1. Информации, исходящей из внешней среды (сенсорной),
  2. Информации, извлекаемой из памяти и
  3. Информации, приходящей из центров мотивации.

- Первая определяет связь с внешним миром.
- Вторая связывает настоящее и прошлое, включая личный опыт субъекта и обеспечивает непрерывность сознания.
- Третья связывает реальную ситуацию с удовлетворением определенной потребности, что придает сознанию жизненный смысл (А. Иваницкий).

Связывание

- После возврата возбуждения импульс поступает в лобную кору и именно в это время возникает ощущение - простейший психический процесс.

- Это позволяет предположить, что:

- а) интеграция отдельных свойств явления или предмета в единую конструкцию обеспечивается передачей возбуждения в лобную кору;
- б) именно такая интеграция и последующие процессы в лобной коре обеспечивают возникновение психического

Представление предмета в сознании

Это соответствует и психологическим воззрениям, рассматривающим восприятие как результат взаимодействия сенсорного и мотивационного факторов.

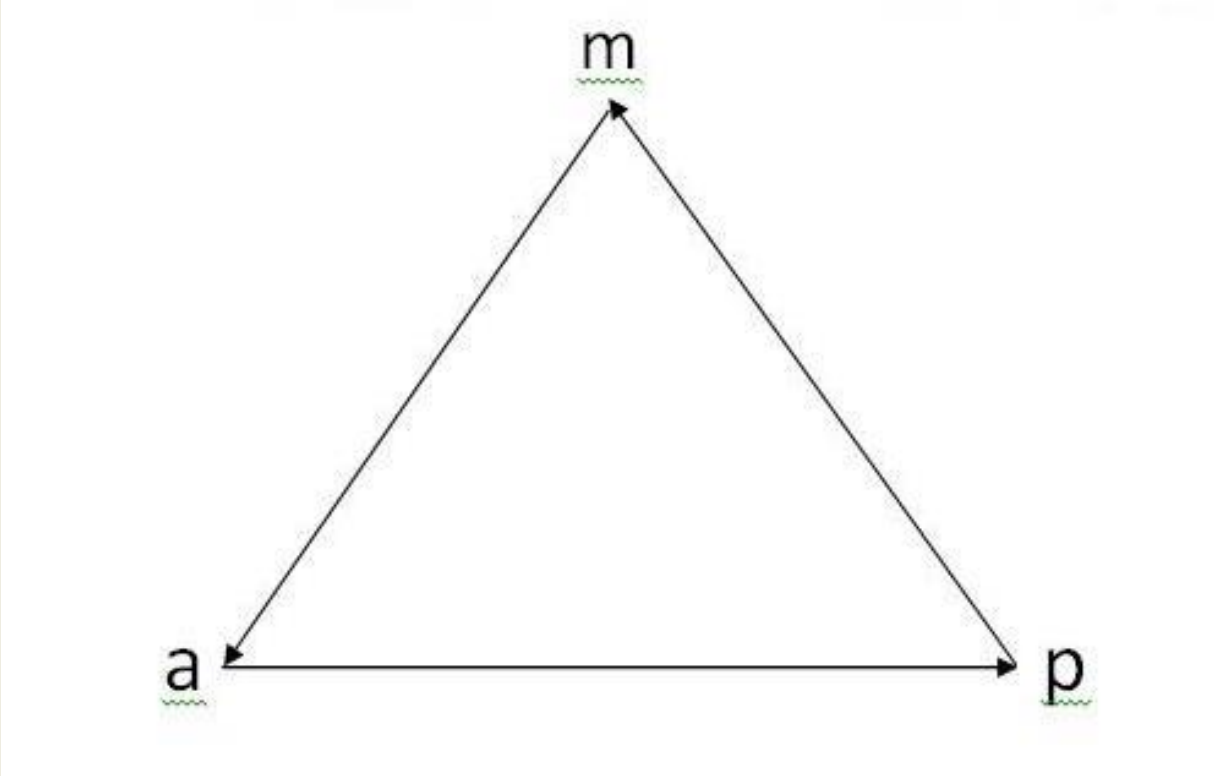
По А.Н. Леонтьеву представление каждого предмета в сознании включает три компонента:

- образ предмета,
- значение,
- личностный смысл.

Предварительные соображения

- p'(t) – сигнал, поступивший в момент времени t в проекционную кору;
- p'(t) можно рассматривать как амплитуду этого сигнала в момент времени t.
- Время дискретно - это согласуется с точкой зрения большинства нейрофизиологов и позволит квантовать процесс распространения вызванного потенциала.
- В момент времени $t+ t_a$ возбуждение поступает в ассоциативную кору, где оно сравнивается с эталоном p и опознаётся, т.е. p' (t) превращается в
- p $(t+ t_a)$. Этот процесс может повторяться циклично.
- Сигнал $p(t+ t_a)$ переходит на энторинальную кору, определяется значимость сигнала- $m(t+ t_e)$; здесь тоже возникает цикл, который должен привести к стабилизации обоих компонент знака
- После стабилизации формируются личностные (вначале-биологические) смыслы $a(t+t_x)$,
- Сигнал возвращается по системе диффузных проекций в кору, в том числе и в зоны первичной проекции- p $(t+ t_o)$

Представление предмета 2



Бинарные связи

- Такое отражение реальности (Н.В.Чудова, 2012) позволяет реализовать лишь бинарные связи между компонентами представления объекта:
- от *образа к значению* – выбор способа использования конкретного объекта,
- от *значения к смыслу* – выбор «цели» для конкретного действия,
- от *смысла к образу* – выбор конкретного объекта, удовлетворяющего заданным критериям.

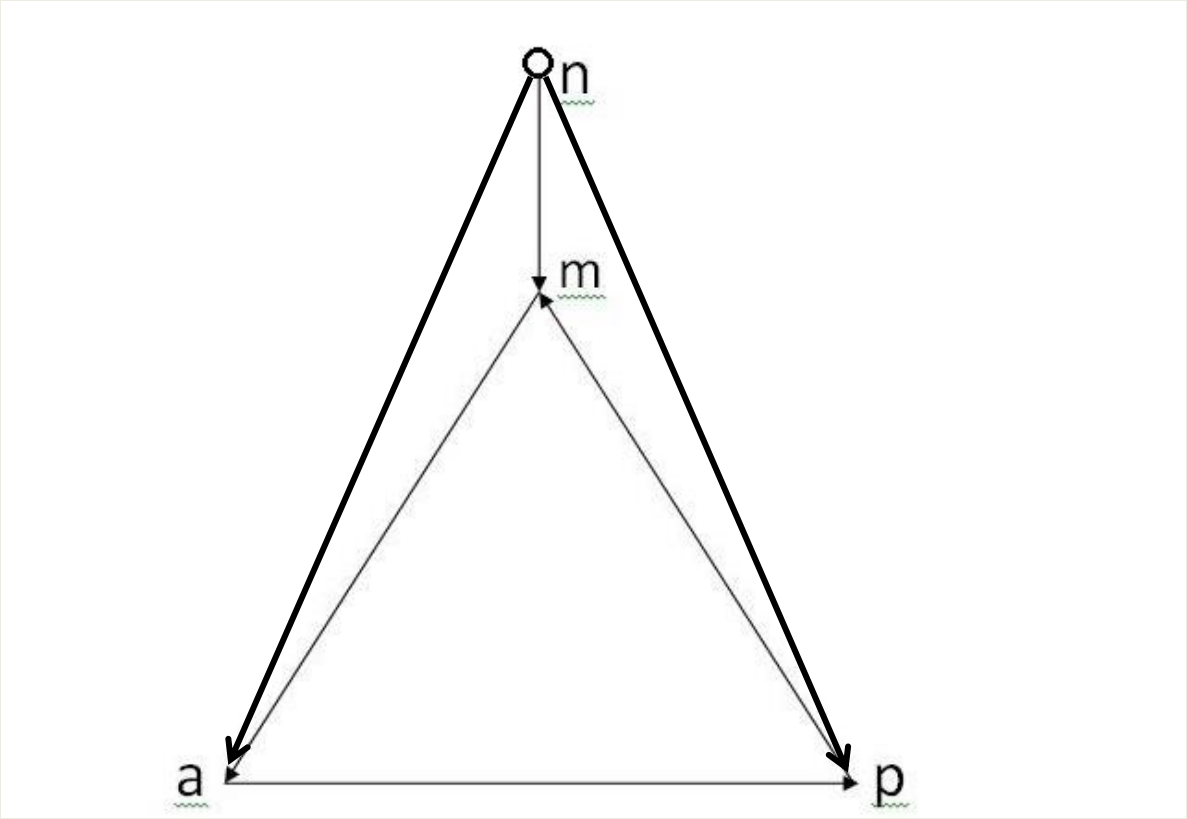
Отсутствие целостного представления

- Поскольку в этом случае три аспекта представления объекта связаны лишь парными, вообще говоря, нетранзитивными связями то
- нужен «внешний наблюдатель», чтобы увидеть, что это три компоненты представления *одного* предмета действительности.

Возникновение абстракции

- Здесь следует вспомнить, что:
- ощущение возникает в момент прихода импульса в лобную кору;
- возникновение ощущения означает, что человек способен назвать это ощущение;
- в основании нижней лобной извилины находится двигательный центр устной речи (центр Брока)

ЗНАК



Включение в картину мира

Включение конструкции в картину мира субъекта связано с её именованием. Трансформируется представление об объекте, а именно:

а)происходит связывание компонент конструкции с её именем так что вся конструкция и её компоненты становятся элементами языковой системы – формируется *знак;*

б) знак включается в картину мира субъекта;

в) объект приобретает при этом устойчивое и общепринятое **значение**;

г) личный опыт действования с объектом отражается в **личностном смысле** как *компоненте знака*;

д) восприятие объекта, представляющее собой отражение процедуры воспроизведения свойств объекта моторикой воспринимающего органа, фиксируется как **образ** объекта.

Этапы формирования знака (1)

- 0. Локализация объекта в пятимерном пространстве (Леонтьев) (человек как носитель сознания живёт в двух реальностях – четырех физических измерениях и квазиизмерении значений (Лурия). При этом субъект определяет положение объекта в этом пространстве относительно самого себя.
- 1. Формирование перцепта. Основано на работе процедуры воспроизведения свойств объекта моторикой воспринимающего органа.
- 2. Порождение на основе прошлого опыта или на основе прецедентов - множества пар вида «перцепт - функциональное значение» - функционального значения объекта.
- 3. Получение субъектом из культурной среды, аккумулированной в системе естественного языка, пары «имя знака, значение» и поиск пары «перцепт – функциональное значение», такой, что функциональное значение второй пары близко, в некотором смысле, значению из первой пары.

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗНАКА (2)

- 4. Оценка некоторым специальным механизмом степени близости функционального значения к значению; в случае недостаточной близости, переход к п.1 и продолжение формирования перцепта. («сенсорная уверенность»).
- 5. Пп.1,2,3,4 выполняются до получения степени близости, достаточной с точки зрения специального механизма, упомянутого в п.4.
- 6. Связывание имени из пары «имя знака, значение» с перцептом, полученным после выполнения п.5. С этого момента перцепт превращается в образ.

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗНАКА (3)

- 7. Формирование личностных смыслов знака на основе прецедентов действий с предметом.

- 8. Связывание имени из пары «имя знака, значение» со сформированным личностным смыслом. С этого момента функциональное значение превращается в значение, а биологический смысл – в личностный смысл.

- 9. Продолжение отображения «биологический смысл – перцепт» включением в область определения отображения личностного смысла, полученного в предыдущем пункте, а в область значений – образа, полученного в п.6.

.

Уточнение изложенных соображений. Процедуры связывания.

A – множество смыслов (как личностных, так и биологических);

M – множество значений;

P – множество признаков объектов;

тогда

$a \subseteq$ A подмножество множества личностных смыслов (возможно пустое);

$m \subseteq$ M подмножество множества значений (функциональное либо культурно-историческое);

$p \subseteq$ P подмножество множества признаков (перцептов либо образов).

Базовые процедуры связывания

Отображения:

$$\Psi_p^m : 2^P \to 2^M \qquad \Psi_m^a : 2^M \to 2^A \qquad \Psi_a^p : 2^A \to 2^P$$

и обратные им:

$$\Psi_a^m : 2^A \to 2^M \qquad \Psi_a^m : 2^A \to 2^M \qquad \Psi_p^a : 2^P \to 2^A$$

соответственно, такие, что

$$\Psi_p^m(p) = m \qquad \Psi_m^a(m) = a \qquad \Psi_a^p(a) = p$$

аналогично для обратных отображений.

$\Psi_p^m(p^{(i)}) \neq m^{M(i)}$

Формирование функционального значения и образа восприятия(1)

Опыт действования субъекта зафиксирован в прецедентах (примерах) применения отображения Ψ Будем считать, что множество прецедентов - есть множество упорядоченных пар вида <p(i), m(i)>

Формирование функционального значения и образа восприятия(2)

- (P, T_P) и (M, T_M) суть дискретные топологические пространства с топологиями T_P и T_M, соответственно.
- Тогда отображение Ψ есть отображение топологического пространства (P, T_P) в топологическое пространство (M, T_M) .
- Если $N=<i1, i2, \ldots, in>$– последовательность итераций отображения топологического пространства (P, T_P) в топологическое пространство (M, T_M), то бинарное отношение $\geq$ является направлением на N, а $(\Psi N, \geq)$ – последовательностью по направленному множеству N. Отсюда непосредственно следует, что Ψ - направленность в M.

Формирование функционального значения и образа восприятия(3)

- В результате работы механизмов распознавания образов (рассмотрение которых мы здесь опускаем) в (P, T_P) сформирован некоторый перцепт *p(1)*. Отображение Ψ ставит ему в соответствие функциональное значение *m(1)* из (M, T_M) .

Формирование функционального значения и образа восприятия (4)

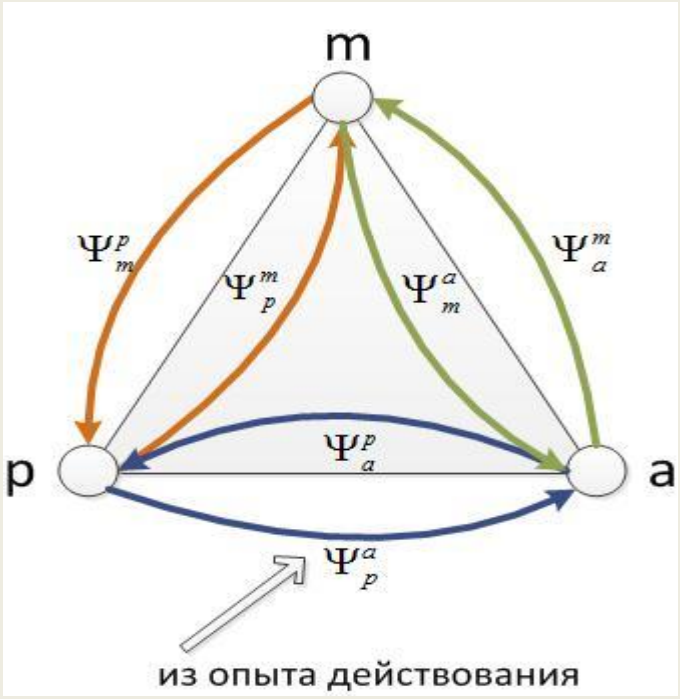
- В соответствие с приведенной схемой, субъект получает из внешней культурно-исторической среды пару «имя-значение» - <*n , m*>. Если σ - система окрестностей точки *m* в (M, TM), то возможны три случая: 1. *m(1)=m; 2. m(1)*$\notin\sigma$; 3.*m(1)*$\in\sigma$ (где *m(1)=* Ψ(p1).
- В случае 2. следует вновь применить процедуру распознавания (или выбрать другое множество *p(2)*)и вновь применить отображение Ψ(p2). Процесс продолжается до тех пор, пока не будет получен случай 3.
- В случае 3. имеет место следующее: если и только если начиная с некоторого k последовательность (Ψ, $\geq$) по направленному множеству (Ψ $\mid$ *N* , $\geq$) остаётся в окрестности σ точки *m*, то она сходится к точке *m*.

Формирование функционального значения и образа восприятия (5)

- Завершая это рассмотрение, заметим, что топология (М, ТМ), является дискретной, следовательно, в ней любое множество является открытым; тогда из того, что *m* является пределом последовательности (Ψ, $\geq$), следует, что *m(i)=m*, начиная с некоторого k.

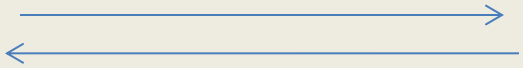
- Завершается эта стадия монотонным продолжением функции Ψ на множество {<*p(i)*,*m*>}.

Формирование протознака



Об обратной связи

P m



Более детальное рассмотрение этого процесса на семантическом (процедурном) уровне выполнено в работе А.Панова.

Для построения модели механизма формирования образа применена алгебраическая теория распознавания образов. Значение представлено в виде системы правил, так как это принято в работах по искусственному интеллекту. В результате удалось построить динамическую модель формирования образа и значения , в котором формирование образа

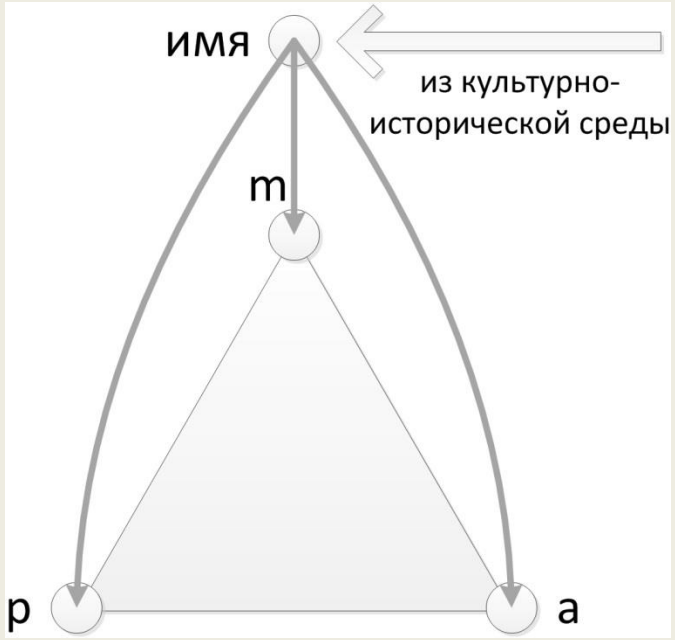
Именование перцепта

- Будем рассматривать процедуру получения из внешней среды пары <n, m> как функцию M(n), выдающую по имени n значение m
- P(n)- функция, присваивающая имя n перцепту p. (Её легко выразить через Ψ и M(n). Иначе говоря, P(n) есть функция именования перцепта.
- С получением имени перцепт превращается в образ.

Формирование и именование смыслов

- Множество личностных смыслов формируется на основе опыта действий субъекта деятельности с предметом, соответствующим рассматриваемому знаку.
- Для определенности будем полагать, что этот опыт зафиксирован в отображении $a = \Psi(m)$, т.е. в виде пары $<m, a>$.
- Тогда функция именования **множества биологических смыслов *a* будет иметь следующий вид $A(n)=\Psi(m)M(n)$.**
- Биологический смысл становится личностным смыслом.

Образование знака



ОТНОШЕНИЯ НА МНОЖЕСТВЕ ОБРАЗОВ.

- s1, s2 $\in$S, δ и γ - образы s1 и s2, соответственно, E – множество образов.
- Положим δ = **<δ1 , δ2 , … , δk1>** γ = **<γ1 , γ2 , … , γk2>** ;

- 1. Отношением R1 на E будем называть такое X$\subseteq$ **E2** , в котором для всякой пары (δ,γ) $\in$X имеет место $\forall$**γi**$\exists$**δ i (δ i = γi).**

- 2. Отношением R2 на **E** будем называть такое X$\subseteq$ **E2** , в котором для всякой пары (δ,γ) $\in$X имеет место $\exists$**γi** $\exists$**δ i (δ i = γi).**

- 3. Отношением R3 на **E** будем называть такое X$\subseteq$ **E2**, что для всякой пары (δ,γ)$\in$X имеет место $\forall$**γ**i $\forall$**δ j** из i=j следует **δ i** $\neq$ **γj** .
- ***Объектная*** картина мира

Процедуры самоорганизации

- Пусть S={*s1, s2, …, sk*} множество знаков, *p*=(*x1, x2,…, xg*) и *q*=(*y1, y2,…, yh*) – образы знаков *sp* и *sq*, соответственно (*p*,*q*∈{1, 2,.., k}).
- Пусть π – множество образов знаков из S. Образы *p* и *q* из π - множества признаков; индексы признаков указывают на их принадлежность тем или иным множествам признаков (доменам); так равенство *i=j* свидетельствует о принадлежности признаков *xi* и *yj* одному и тому же множеству, например, X*i*.
- Упорядоченные множества τp=<*i1, i2, …,ip*> и τq=<*j1, j2, …,jq*>, где *i1, i2, …,ip*∈{1, 2, …, g}, *j1, j2, …,jq*∈{1, 2, …, h}, будем называть типами образов знаков *sp* и *sq*, соответственно.

Самоорганизация на множестве образов

- Введем оператор Pat, который для всякого знака *sp*, просматривает все остальные знаки и:
- а) если для некоторого знака *sq* ($p \neq q$),.$\tau p = \tau q$ и $xi = yi$ то $(p,q) \in R1$, $R1 \subseteq P \times P$;
- б) если для некоторого знака *sq* $\tau p \subset \tau q$ и $\forall i \in \tau p$ имеет место $xi = yi$, то $(p,q) \in R2$, $R2 \subseteq P \times P$;
- в) если для некоторого знака *sq* $\tau p \cap \tau q \neq \varnothing$ и $\forall i \in (\tau p \cap \tau q)$ имеет место $xi = yi$, то $(p,q) \in R3$, $R3 \subseteq P \times P$;
- г) б) если для некоторого знака *sq* $\tau p \cap \tau q \neq \varnothing$ и $\forall i \in (\tau p \cap \tau q)$ имеет место $xi \neq yi$, то $(p,q) \in R4$, $R4 \subseteq P \times P$.

Самоорганизация на множестве личностных смыслов

- На множествах личностных смыслов различных знаков оператор Mean естественным образом порождает отношения поглощения, противопоставления и агглютинации смыслов.
- $\sqsubseteq(a1, a2)$ или $a1 \sqsubseteq a2$ (читается «смысл *a2* поглощает смысл *a1*»), если $I(a1) \subseteq I(a2)$;
- $(a1 \perp a2)$ или $a1 \perp a2$ («смысл *a1* противопоставлен смыслу *a2*»), если $\exists \alpha i \; \exists \beta j \; (\alpha i \in a1, \beta j \in a2)$, что $(\alpha i, \beta j) \in R5$;
- $\sqcup(a1, a2, a3)$ – трехместное отношение агглютинации смыслов – если $(I(a1) \cup I(a2)) = I(a3)$.

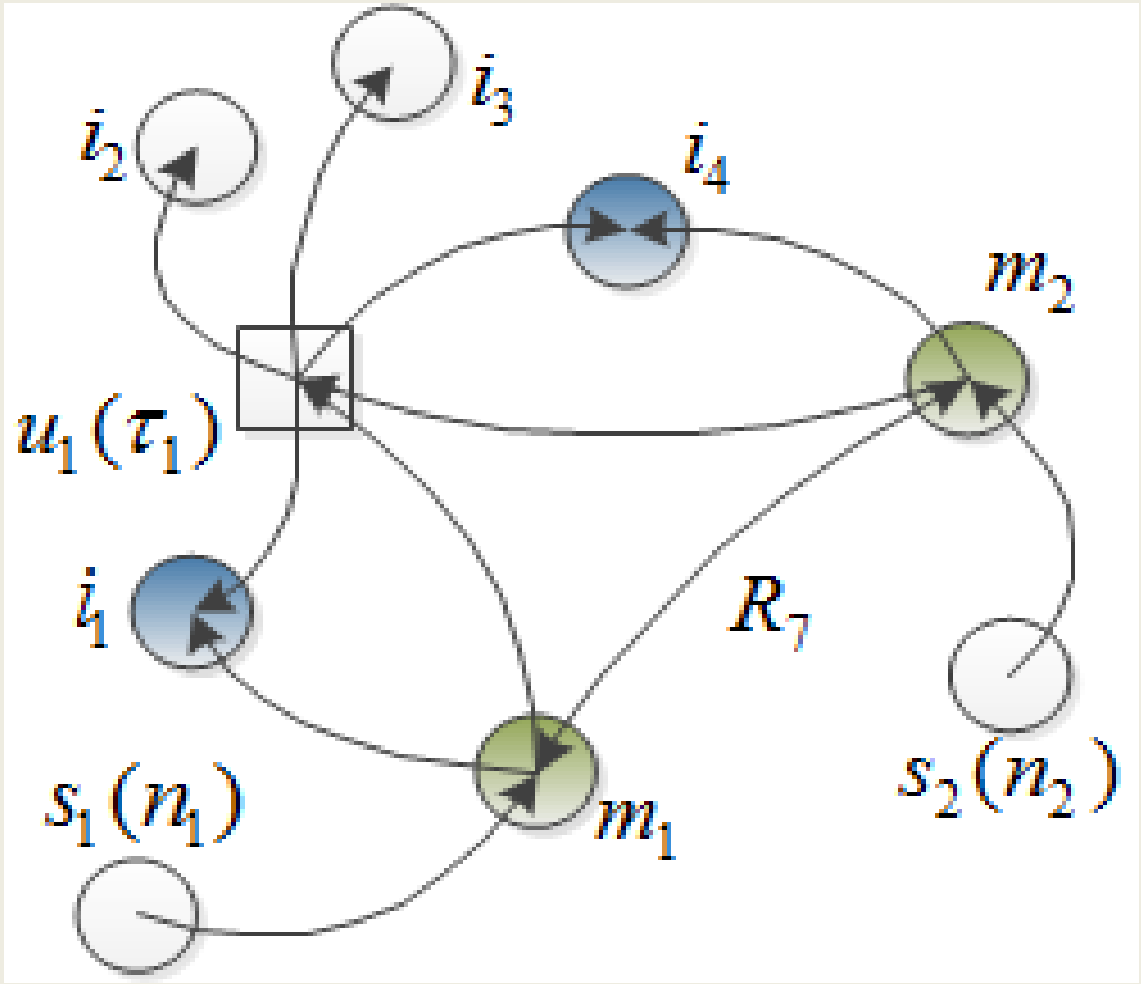
Самоорганизация на множестве значений

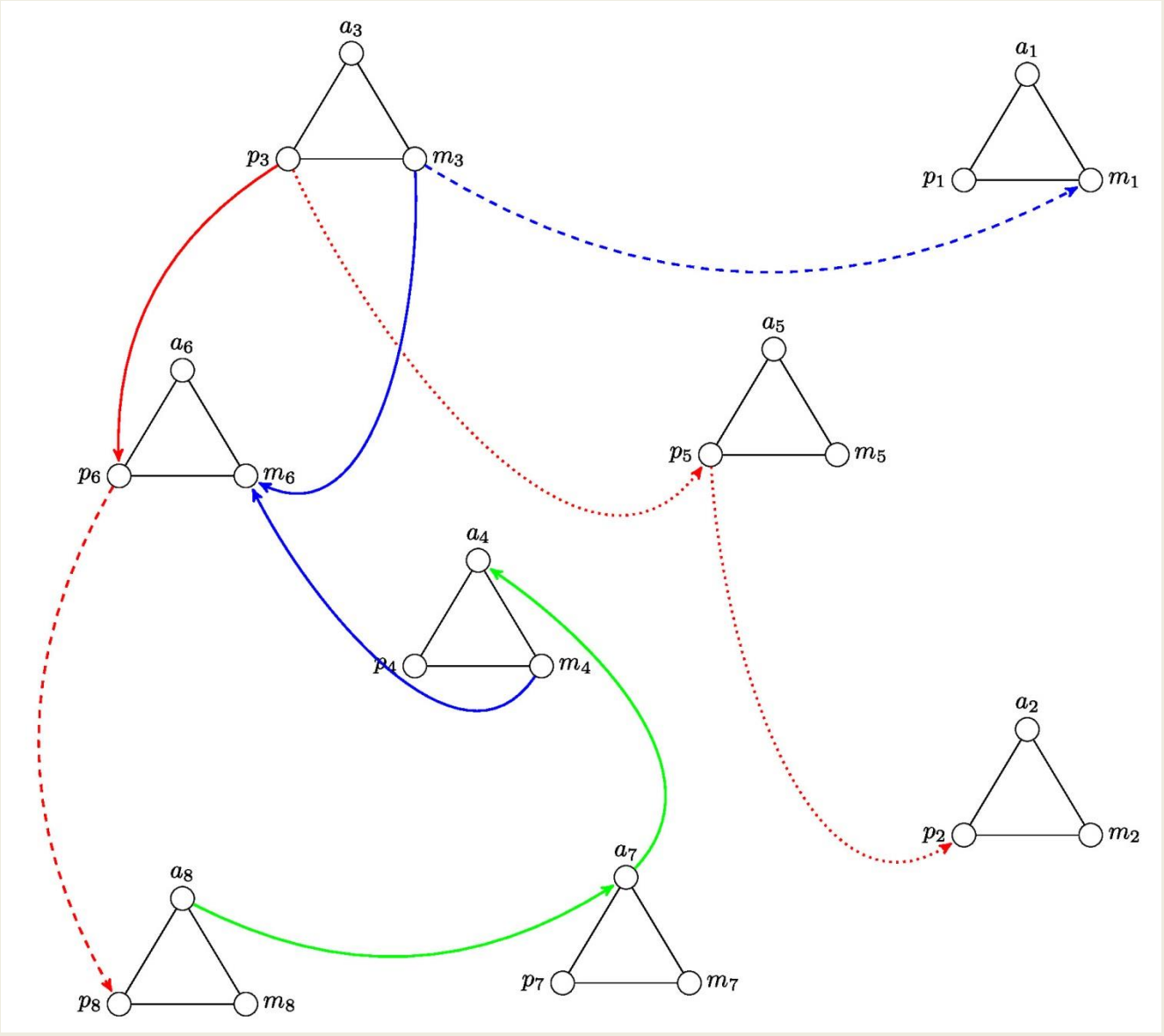
- Значение *m* знака *s* является предикатным словом и, таким образом, обладет некоторым набором семантических валентностей. Это обстоятельство будем обозначать следующим образом: m(*i1, i2,…, ig*), где *i1, i2,…, im* – семантические валентности.
- Рассмотрим знаки *s1* и *s2*, *m1*(*i1, i2,…, ig*) и *m2*(*j1, j2,…, jk*) – значения *s1* и *s2*, соответственно.

Самоорганизация на множестве значений

- Оператор Des порождает отношения эквивалентности, сходства, и ситуационное отношение:
- 1. Если $\langle i1, i2,\ldots, ig\rangle=\langle j1, j2,\ldots, jk\rangle$, $u1=u2$ и $\forall$k $ik=jk$, то $(m1, m2)\in$R5.
- 2. Для значений $m1$ и $m2$, если $\langle i1, i2,\ldots, ig\rangle\cap\langle j1, j2,\ldots, jk\rangle\neq\varnothing$ и $\exists$k $ik=jk$, то $(m1, m2)\in$R6.
- 3. Для значений $m1$ и $m2$, если $\langle i1, i2,\ldots, ig\rangle=\langle j1, j2,\ldots, jk\rangle$, и $s1(i) \neq s2(j)$, то $(m1, m2)\in$R7

Отношения на множестве значений




a_3
p_3
m_3
a_1
p_1
m_1
a_6
p_6
m_6
a_5
p_5
m_5
a_4
p_4
m_4
a_2
p_2
m_2
a_8
p_8
m_8
a_7
p_7
m_7

Картины мира

- Если снабдить элементы сознания оценками значений, оценками личностных смыслов, отношениями предпочтений на множествах личностных смыслов и значений, уточненными образами предметов (в результате взаимодействия моделей сознания и самосознания), то возникает конструкция, которую можно назвать «картиной мира».
- Изменение оценок, отношений и формирование новых знаков приводит к смене картины мира.
- В психологии известны по меньшей мере шесть типов картин мира: рациональная или научная, житейская или обыденая, мифологическая и три вырожденных.

ВОЗМОЖНОСТИ

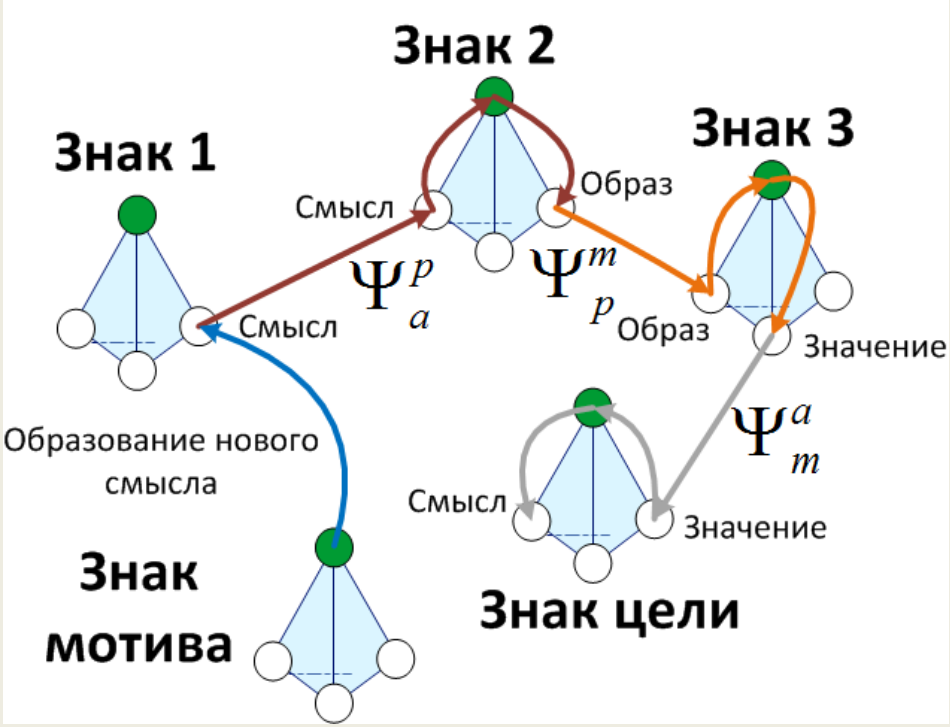
- Оказывается возможным построить модели:
  -рефлексии;
  -осознания мотива деятельности;
  -целеполагания;
  -синтеза поведения;

- Новые архитектуры интеллектуальных агентов:
  -обладающих указанными возможностями;
  -способностями к распределению ролей в коалициях.

Приложения

- **1.Генерация текста на основе картины мира субъекта.**
- **2.Целеполагание.**
- **3.Планирование.**
- **4.Распределение ролей в коллективе агентов**

Теория осознаваемого поведения
Мотивация и целеполагание



Процедуры осознавания:

Ψ_a^p - сопоставляет образ личностному смыслу,

Ψ_p^m - сопоставляет значение образу,

Ψ_m^a - сопоставляет личностный смысл значению.

Шаг 1. Мотив актуализирует связанный с ним по смыслу знак 1.

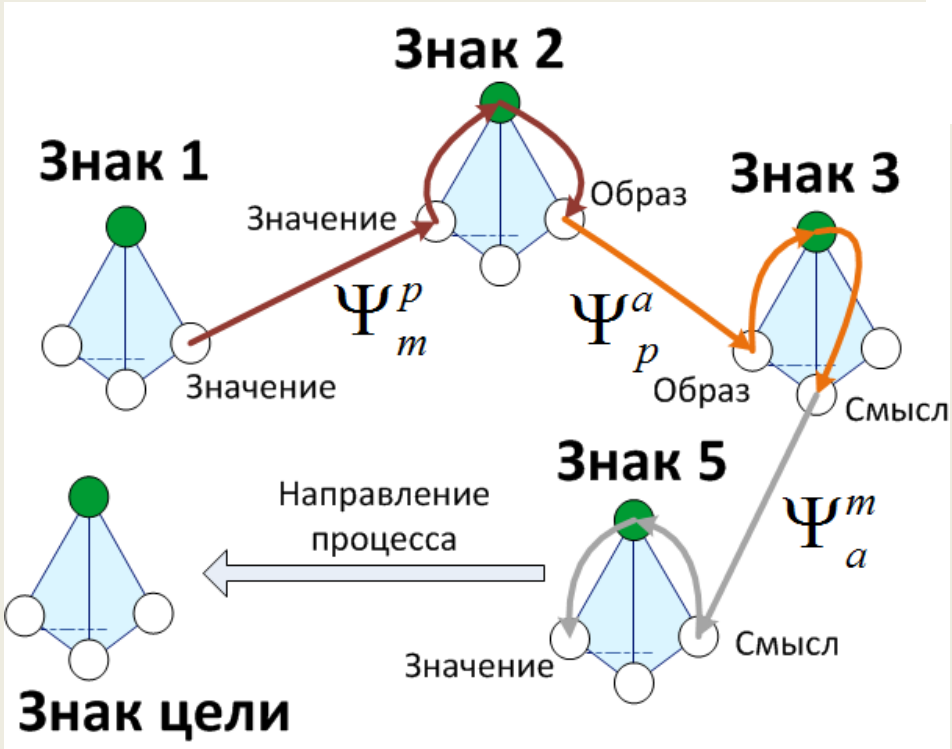
Шаг 2. Процедура *опредмечивания* Ψ_a^p находит знак 2 с соответствующим личностному смыслу образом.

Шаг 3. Процедура *узнавания* Ψ_p^m находит знак 3 с соответствующим образу функциональным назначением.

Шаг 4. Процедура *оценки* Ψ_m^a находит знак цели с соответствующим значению результатом действия.

Шаг 5. Процесс повторяется до стабилизации знака цели.

Теория осознаваемого поведения
Синтез поведения



Процедуры осознавания:

Ψ_m^p - сопоставляет образ значению,

Ψ_p^a - сопоставляет личностный смысл образу,

Ψ_a^m - сопоставляет значение личностному смыслу.

Шаг 1. В качестве знака 1 выступает знак текущей ситуации, с которой начинается планирование.

Шаг 2. Процедура *категоризации* Ψ_m^p находит знак 2 с соответствующим значению образом.

Шаг 3. Процедура *интерпретации* Ψ_p^a находит знак 3 с соответствующим образу личностным смыслом.

Шаг 4. Процедура *концептуализации* Ψ_a^m находит знак 5 с соответствующим личностному смыслу функциональным назначением.

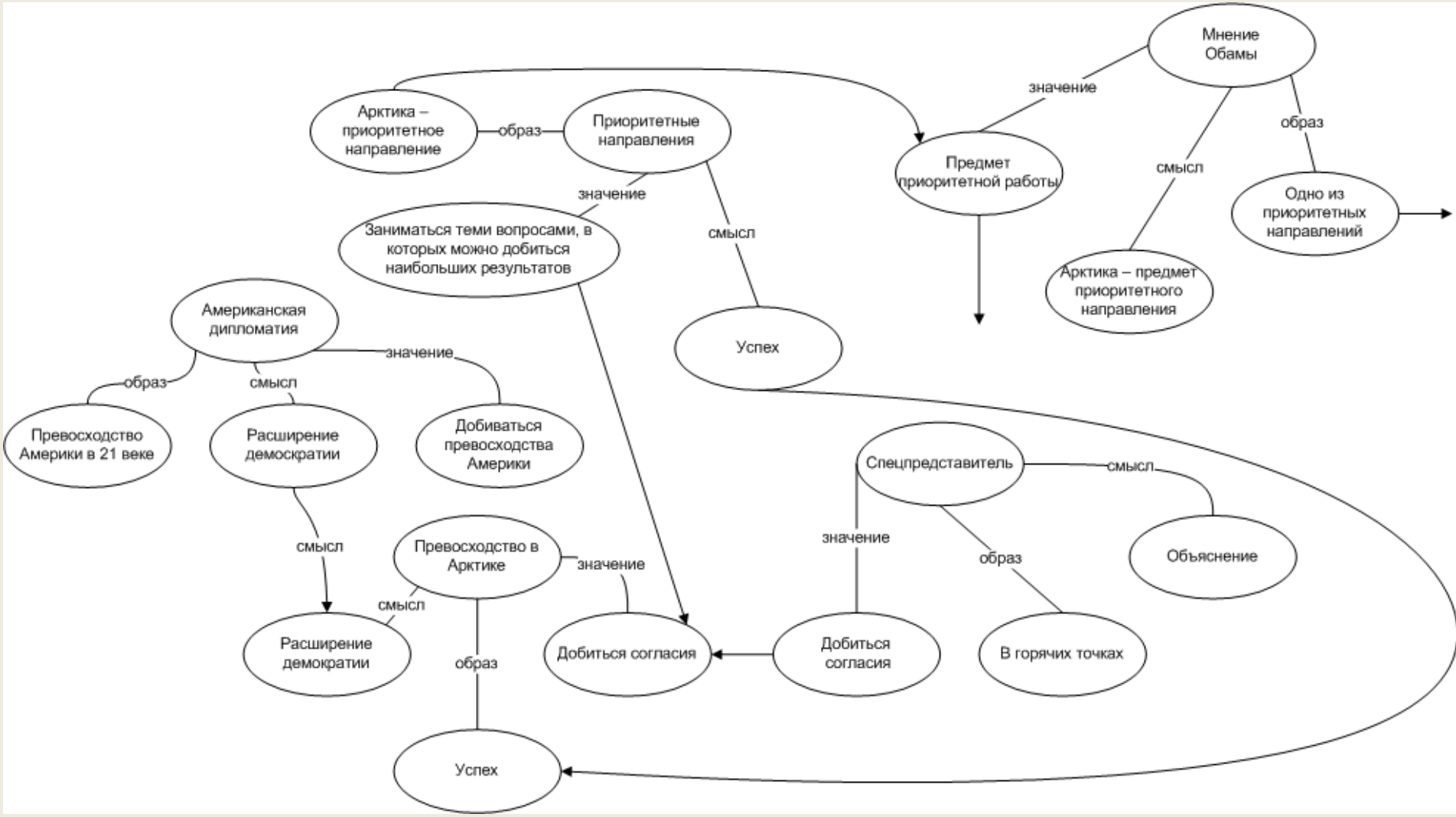
Шаг 5. Происходит оценка близости знака 5 и знака цели, процесс повторяется до достижения знака цели.

Анализируемый текст

- Associated Press сообщило 14 февраля, что в Госдепартаменте Соединенных Штатов серьезно задумались об учреждении поста специального представителя по Арктическому региону.
- Об учреждении нового поста сообщается в письме, которое государственный секретарь Америки Д. Керри направил сенатору штата Аляска М. Бегичу. Сенаторы Бегич и Мурковски, представляющие Аляску в законодательном собрании США, являются активными сторонниками учреждения специальной должности посла по Арктическому региону.

Анализируемый текст

- Как заявил Керри, Арктика одно из основных направлений американской дипломатии в обозримом будущем. Администрация президента Обамы считает Арктику и сотрудничество с северными державами одним из приоритетных направлений своей работы. Обама призывает активнее решать актуальные для региона вопросы


Мнение Обамы
значение
образ
смысл
Арктика – приоритетное направление
образ
Приоритетные направления
Предмет приоритетной работы
Одно из приоритетных направлений
Арктика – предмет приоритетного направления
значение
смысл
Заниматься теми вопросами, в которых можно добиться наибольших результатов
Успех
Американская дипломатия
значение
образ
смысл
Превосходство Америки в 21 веке
Расширение демократии
Добиваться превосходства Америки
Спецпредставитель
смысл
Объяснение
значение
образ
смысл
Превосходство в Арктике
значение
смысл
Расширение демократии
образ
Добиться согласия
Добиться согласия
В горячих точках
Успех