

**КУРС «ОСНОВЫ ИСКУССТВЕННОГО  
ИНТЕЛЛЕКТА».  
ЛЕКЦИЯ 13. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ  
АГЕНТОВ В МНОГОАГЕНЬНЫХ  
СИСТЕМАХ**

**В.Б.Тарасов**

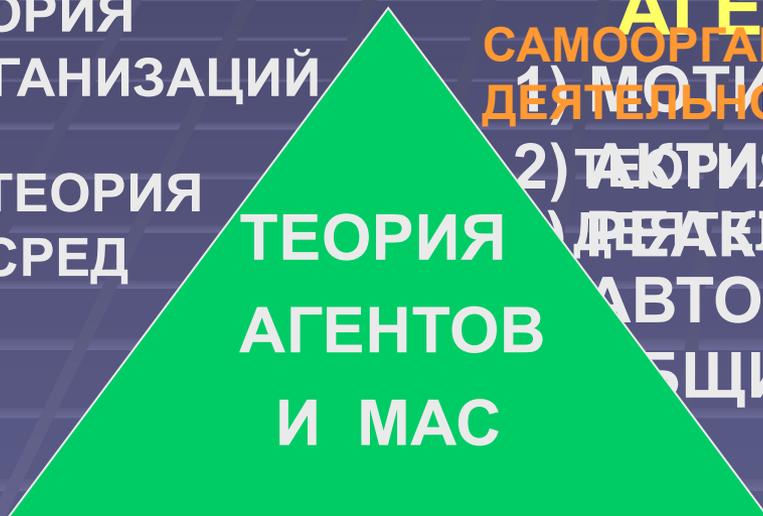
E-mail: [tarasov@rk9.bmstu.ru](mailto:tarasov@rk9.bmstu.ru)

# ТЕОРИЯ АГЕНТОВ И МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ: ОСНОВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ

## ТРЕУГОЛЬНИК А.МОЛЯ ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА

ТЕОРИЯ  
ОРГАНИЗАЦИЙ

ТЕОРИЯ  
СРЕД



### АГЕНТА:

САМООРГАНИЗАЦИЯ  
1) МОТИВАЦИЯ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

2) АКТИВНОСТЬ

3) РЕАКТИВНОСТЬ

4) АВТОНОМНОСТЬ

5) ОБЩИТЕЛЬНОСТЬ

ТЕОРИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ:

ТЕОРИЯ ОТНОШЕНИЙ,  
ТЕОРИЯ КООПЕРАЦИИ,  
ТЕОРИЯ КОММУНИКАЦИИ,  
ТЕОРИЯ ПЕРЕГОВОРОВ  
ТЕОРИЯ ДИАЛОГА (ДИАЛОГИКА)

МНОГОАГЕНТНАЯ СИСТЕМА

MAS =

$\langle A, E, R, \text{ORG}, \text{ACT}, \text{COM}, \text{EV} \rangle$

ИНЖЕНЕРИЯ ЗНАНИЙ И

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

# ИЛЛЮСТРАЦИЯ СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ПОНЯТИЯМИ: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ, КОММУНИКАЦИЯ, ДИАЛОГ В ТЕОРИИ АГЕНТОВ

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ АГЕНТАМИ



# ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ АГЕНТАМИ: ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

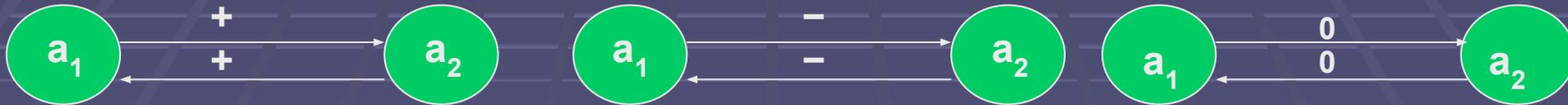
- *направленность*
- *взаимность, многосторонность*
- *избирательность*
- *знак*
- *сила (интенсивность)*
- *динамичность*
- *адаптивность*

# ГРАФЫ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ АГЕНТАМИ

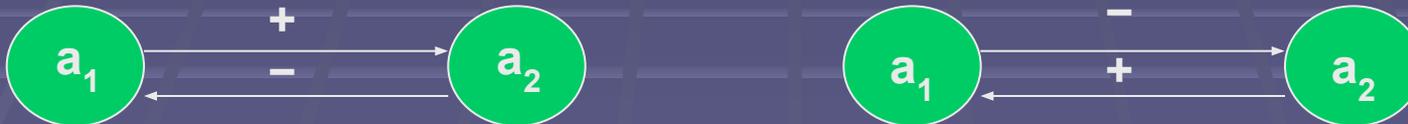
## ТИПЫ ОТНОШЕНИЙ

$Z = \{+, -, 0\}$ , Положительное отношение +  
Отрицательное отношение -  
Нейтральное отношение 0

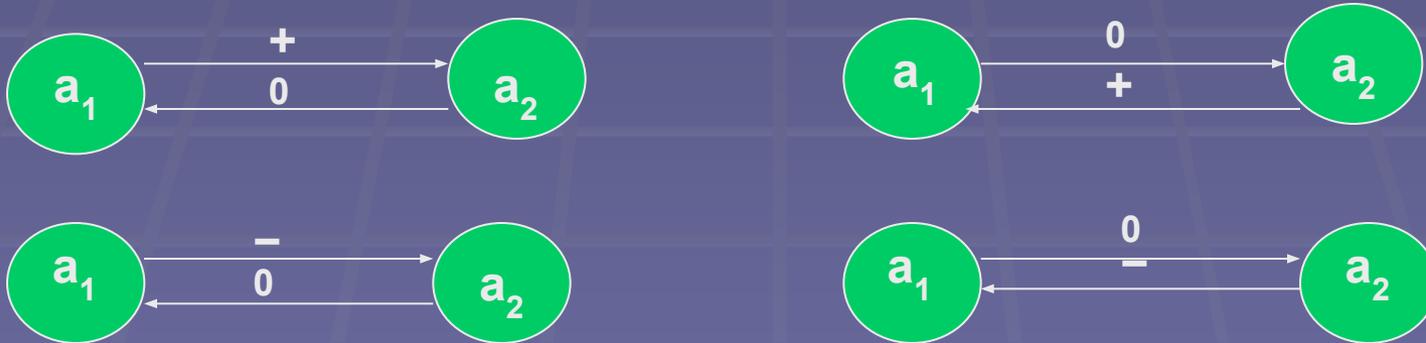
**ВЗАИМНЫЕ: симметричность**  $r_{12} = r_{21}$



**КОНТРАСТНЫЕ: кососимметричность**  $r_{12} = -r_{21}$



**СЛАБОКОНТРАСТНЫЕ: антисимметричность**  $r_{12} \cap r_{21} = \emptyset$



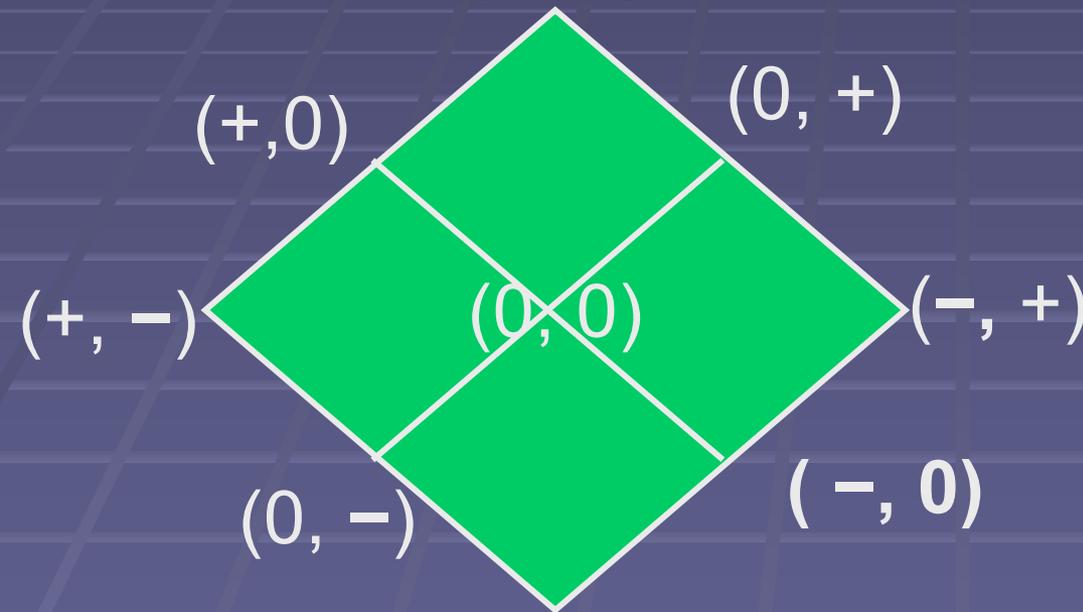
# ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДЕВЯТИЗНАЧНОЙ СЕМАНТИКИ ЛОГИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

РЕШЕТКА  
СОДЕЙСТВИЯ

$(+, +)$  – ВЗАИМНОЕ СОДЕЙСТВИЕ

РЕШЕТКА  
КОНТРАСТА

90 °



$(-, -)$  – ВЗАИМНОЕ ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ



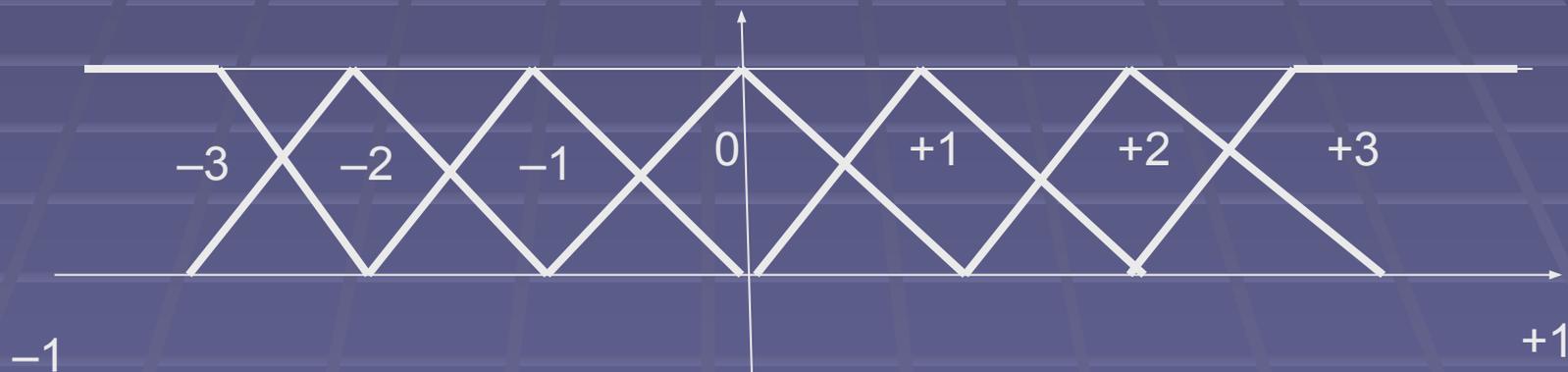
# ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

$R = R^+ \cup R^- \cup R^0$  или

$f: A \times A \dots \times \dots A \rightarrow \{-1, 0, +1\}$

Расширение на случай взвешенных

отношений:  $g: A \times A \dots \times \dots A \rightarrow [-1, +1]$



Градуированные и гранулированные отношения:  $0$  – относительное безразличие  
 $+1$  – слабое содействие;  $+2$  – среднее содействие;  $+3$  – сильное содействие;  
 $-1$  – слабое противодействие;  $-2$  – среднее противодействие;  $-3$  – сильное противодействие

# ПРИЧИНЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АГЕНТОВ

Основные ситуации взаимодействия агентов в МАС можно охарактеризовать с помощью четырех основных критериев:

- 1) совместимость целей или намерений агентов;
- 2) отношение агентов к ресурсам;
- 3) опыт агентов; связанный с некоторой проблемной областью;
- 4) обязательства агентов друг перед другом.

# НАЛИЧИЕ СОВМЕСТИМЫХ ЦЕЛЕЙ

Выделение основных типов взаимодействия удобно начать с анализа целей агентов и установления их совместимости или несовместимости).

В частности, когда цели агентов абсолютно несовместимы, то удовлетворение цели одного из них ведет к неудовлетворению целей другого. Так для трофических агентов, например, в ситуации «хищник – жертва», удовлетворение цели хищника ведет к гибели жертвы. Отсюда понятно, что необходимым условием кооперации агентов (или, хотя бы, их безразличия друг к другу) оказывается требование о том, чтобы живучесть (время жизни) одного агента не уменьшалась при его взаимодействии с другим агентом.

Модель «хищник – жертва» служит хорошим примером одновременного сосуществования стратегий сотрудничества и антагонизма. Хищники, образуя группу, кооперируют в процессе охоты за жертвами, находясь с ними в отношениях антагонизма.

Пусть цели агентов  $a$  и  $b$  можно выразить как достижение некоторых состояний  $p$  и  $q$  соответственно. Формально абсолютную несовместимость целей двух агентов можно записать в форме:  $p \Rightarrow \neg q$ , т.е.  $\text{Satisfies}(\text{goal}(a, p)) \Rightarrow \neg \text{Satisfies}(\text{goal}(b, q))$

# НЕХВАТКА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Под ресурсами понимаются любые средства, полезные для достижения цели (а в более широком плане, необходимые для выживания агента). Ограниченность ресурсов порождает конфликты. Эти конфликты возникают тогда, когда у нескольких агентов имеется потребность в одних и тех же ресурсах в одно и то же время.

Примерами таких ситуаций служат «пробки» на дорогах или конфликт двух одновременно запущенных программ. В этом случае взаимодействие агентов носит непродуктивный характер: один агент создает помехи другому.

Известны различные пути ликвидации или предупреждения подобных конфликтов, опирающиеся на механизмы координации действий и разрешения конфликтов.

Наиболее простым способом разрешения конфликта за ресурсы является «право сильного»: более сильный агент отбирает ресурсы у более слабого.

Примерами более тонких методов служат методы переговоров, которые направлены на достижение компромиссов, т.е. стремятся нивелировать уровни удовлетворения у различных агентов.

# НЕСПОСОБНОСТЬ АГЕНТА РЕШИТЬ ЗАДАЧУ В ОДИНОЧКУ

Еще одной причиной взаимодействия агентов оказывается рассогласование между требованиями задачи и реальными возможностями агентов. Здесь можно выделить три различные ситуации:

- Агент способен выполнить задачу без посторонней помощи, т.е. его собственных возможностей (с учетом их оперативного пополнения) достаточно для ее успешного решения
- Агент может самостоятельно решить некоторую задачу, но группой она решается значительно эффективнее (быстрее, легче и т.п.).
- Агент принципиально не может решить задачу в одиночку, поскольку у него явно ощущается нехватка способностей (знаний, опыта) для ее решения

# НАЛИЧИЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ

Одной из характерных причин взаимодействия интеллектуальных агентов, а также важным условием зарождения некоторого порядка из хаоса возможных взаимодействий являются *обязательства* агентов.

Принимая обязательство, агент связывает себя обещанием или договором, что ограничивает свободу его поведения, но стабилизирует отношения с другими агентами. Идет ли речь о договорах, соглашениях или обещаниях, называется ли это ответственностью, долгом или верностью агента, касается ли другого агента, группы агентов или всего сообщества, факт остается фактом – обязательства лежат в основе любых коллективных действий. Исходя из существующих обязательств, агенту проще предвидеть поведение других агентов, прогнозировать будущие события и планировать собственные действия.

# БАЗОВЫЕ ТИПЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АГЕНТОВ

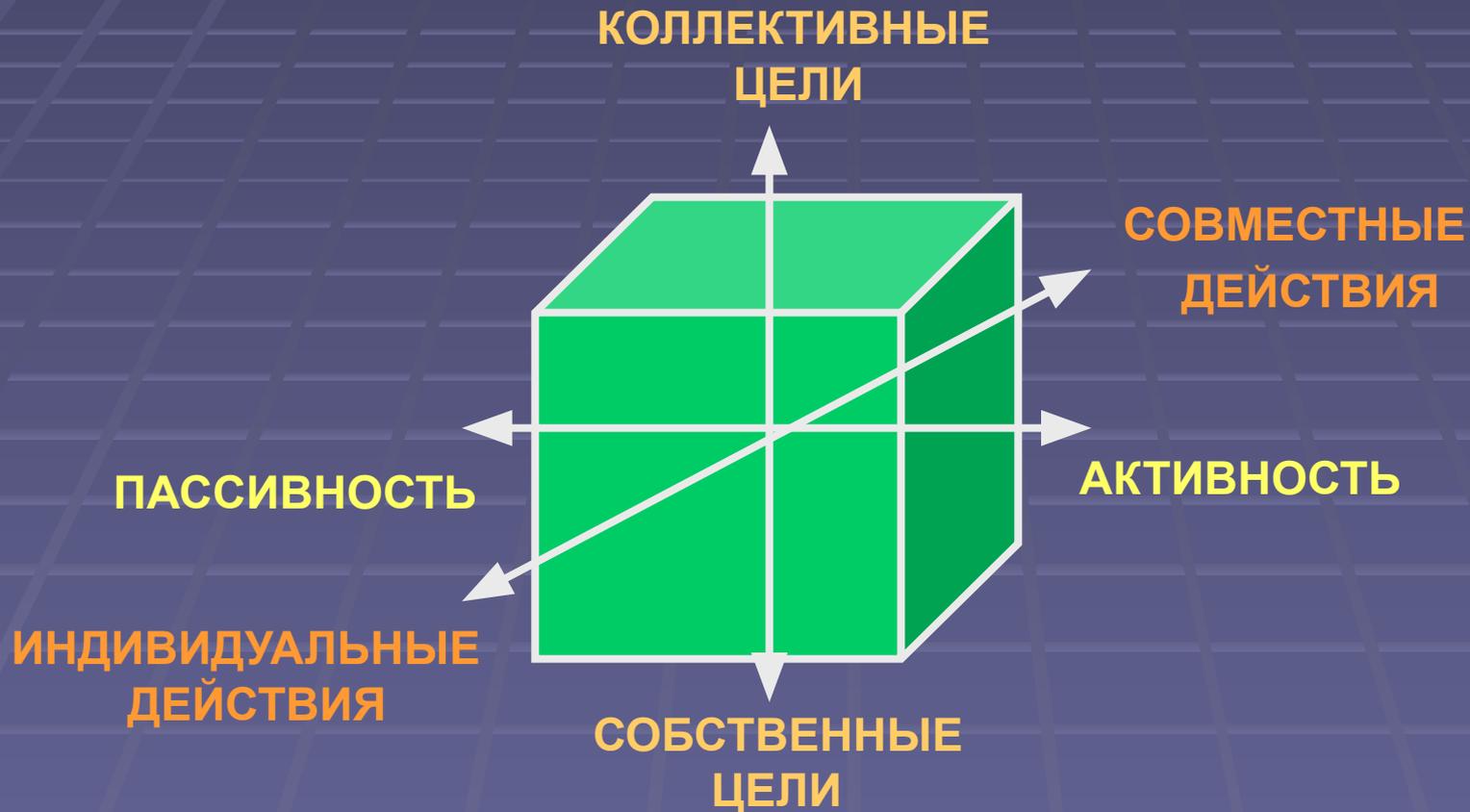
## «СОТРУДНИЧЕСТВО-СОПЕРНИЧЕСТВО»

ТИП СИТУАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АГЕНТОВ	Совместимость целей	Потребность в чужом опыте	Наличие распределенных ресурсов
Координируемое сотрудничество	+	+	+
Простое сотрудничество	+	+	–
Непродуктивное сотрудничество	+	–	+
Безразличие (независимость)	+	–	–
Коллективное соперничество за ресурсы	–	+	+
Чистое коллективное (командное) соперничество	–	+	–
Индивидуальное соперничество за ресурсы	–	–	+
Чистое индивидуальное соперничество	–	–	–

# ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ИНЖЕНЕРИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

- ❑ Идентификация ситуации взаимодействия;
- ❑ Выделение основных ролей агентов в МАС и распределение их между агентами;
- ❑ **Определение типов взаимодействующих агентов и проверка выполнения условий их взаимодействия;**
- ❑ Определение числа взаимодействующих агентов;
- ❑ Построение формализованной модели взаимодействия;
- ❑ Определение набора возможных стратегий агентов;
- ❑ Определение множества коммуникативных действий

# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИТУАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АГЕНТОВ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ КРИТЕРИЕВ



# БАЗОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АГЕНТОВ

ПРОЦЕСС ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ	К Р И	Т Е Р	И И
СТРАТЕГИЯ ПОВЕДЕНИЯ АГЕНТА В ХОДЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ	АКТИВНОСТЬ (+) ПАССИВНОСТЬ (-)	ОБЩИЕ ЦЕЛИ (+) СВОИ ЦЕЛИ (-)	СОВМЕСТНЫЕ ДЕЙСТВИЯ (+) ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДЕЙСТВИЯ (-)
КООПЕРАЦИЯ	+	+	+
КОМПРОМИСС	+	+	-
СОДЕЙСТВИЕ	+	-	+
КОНКУРЕНЦИЯ	+	-	-
КОНФОРМИЗМ	-	+	+
ПРИСПОСОБЛЕНИЕ	-	+	-
СОЛИДАРНОСТЬ	-	-	+
УКЛОНЕНИЕ	-	-	-

# ОСНОВНЫЕ СТИЛИ ВЕДЕНИЯ ПЕРЕГОВОРНЫХ ПРОЦЕССОВ:

СЕТКА ТОМАСА-КИЛМЕННА

Переговоры между агентами



# КЛАССИФИКАЦИЯ АГЕНТОВ ПО ДВУМ КРИТЕРИЯМ И ТРЕМ ВИДАМ ОТНОШЕНИЙ

Тип агента	Отношение агента к себе	Отношение агента к другим агентам
Благонамеренный	+	+
Эгоистичный	+	0
Злонамеренный	+	-
Альтруистичный	0	+
Безразличный	0	0
Циничный	0	-
Самоотверженный	-	+
Саморазрушительный	-	0
Камикадзе	-	-

# ВЫДЕЛЕНИЕ ТИПОВ АГЕНТОВ ПО ДВУМ КРИТЕРИЯМ: ОТНОШЕНИЕ К СЕБЕ (СПОСОБНОСТЬ ФОРМИРОВАТЬ СВОИ ЦЕЛИ) И ОТНОШЕНИЕ К ДРУГИМ (ГОТОВНОСТЬ ПРИНИМАТЬ ЧУЖИЕ ЦЕЛИ)

Определение разрешенных взаимодействий  
между агентами

Тип агента	Отношение к себе	Отношение к другим
Благонамеренный	+1	+1
Эгоистичный	+1	-1
Альтруистичный	-1	+1
Камикадзе	-1	-1

# ДИАЛОГИКА И ДИАЛЕКТИКА

**Диалогикой** называется общая теория диалога, исходящая из принципа единства и всеобщности диалога как **единицы коммуникации**, основы **взаимопонимания** и **кооперации** между агентами.

Истоки диалогии восходят к **диалектике** (по Сократу) – искусству вести беседу (диалог), направленную на **взаимное обсуждение** проблем с целью достижения **истины** путем **противоборства** и **согласования мнений**.

В античности и средние века диалектика была важной составляющей логики (связь логики с риторикой)

# НАУКА О ДИАЛОГЕ КАК «НАУКА-ПЕРЕКРЕСТОК», ОБЪЕДИНЯЮЩАЯ РЯД ГУМАНИТАРНЫХ, ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

## ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА:

ТЕОРИЯ ОТНОШЕНИЙ, ТЕОРИЯ ГРАФОВ, ТЕОРИЯ АВТОМАТОВ

Т  
Е  
О  
Р  
И  
Я  
У  
П  
Р  
А  
В  
Л  
Е  
Н  
И  
Я

И  
Н  
Ф  
О  
Р  
М  
А  
Т  
И  
К  
А



ТЕОРИЯ ДИАЛОГОВЫХ СИСТЕМ

# НЕКОТОРЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАЛОГА В РАЗНЫХ НАУЧНЫХ ОБЛАСТЯХ

**Философия:** Диалог – процесс **осознанного взаимодействия** между двумя **рефлексирующими субъектами**.

Диалог есть **событие сознания** через **со-бытие со-знаний**

**Лингвистика:** Диалог – тип **речевой коммуникации (беседы)**, осуществляемый в виде словесного обмена репликами между двумя и большим количеством собеседников.

Диалог – это последовательность **коммуникативных актов** между двумя лицами, которые считаются способными формировать **общие цели** и **меняться ролями** в процессе общения

**Информатика:** Диалог – **обмен сообщениями (информацией)** между двумя и более агентами МАС, связанный с изменением их задач и состояний (мнений, желаний, целей, обязательств и пр.)

**Логика:** Диалог – способ определения логического предложения (диалогическое определение в противовес истинности или доказуемости)

# ДИАЛОГИКА В ШИРОКОМ СМЫСЛЕ

Введенный в научный оборот М.М.Бахтиным термин «диалогика» в настоящее время используется, по крайней мере, в двух различных смыслах.

**Диалогикой в широком смысле** называется комплексная, междисциплинарная область, направленная на создание **общей теории диалога**, которая опирается на принцип единства и всеобщности диалога как единицы коммуникации. Главной характеристикой диалогических отношений между агентами является **обмен мнениями**, направленный на выработку **компромисса**, формирование **соглашений** и **взаимных обязательств** между ними.

По М.М.Бахтину, главное качество **диалогических отношений** – **согласие**

**Диалогика = Диалектика (в смысле Сократа)**

# СТАНОВЛЕНИЕ ФОРМАЛЬНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ (ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ДИАЛЕКТИКИ) В КОНЦЕ XX-НАЧАЛЕ XXI-ГО ВЕКА

## 1. Формальная диалектика в теории знаний

Лозунг: Без взаимодействия агентов нет развития и накопления знаний

Rescher N. *Dialectics. A Controversy-Oriented Approach to the Theory of Knowledge.* – Albany N.Y: State University of New York Press, 1977.

Walton D. *The New Dialectics: Conversational Context of Argument.* – Toronto: University of Toronto Press, 1998.

## 2. Компьютерная (вычислительная) диалектика

Sawamura H., Umeda Y., Meyer R.K. Computational Dialectics for Argument-Based Agents Systems// Proceedings of ICMAS. – 2000. – P.271-278.

# ДИАЛОГИКА В УЗКОМ СМЫСЛЕ

**Диалогика в узком смысле** понимается как раздел современной формальной логики, опирающийся на диалоговые представления и посвященный логическому анализу и моделированию диалогов.

Существуют два пути формирования диалогических моделей: **от диалога к логике** и, наоборот, **от логики к диалогу**.

С одной стороны, предмет диалогистики есть построение и использование **диалоговых моделей в логике и логической семантике**, в частности, разработка **теоретико-игровых логических семантик, диалоговых логик, диалоговых игр** и т.п.

С другой стороны, речь идет о логическом моделировании диалогов, переговоров, соглашений, коммуникативных актов, и пр. (логика диалогов, логика общения и разрешения конфликтов, иллюкутивная логика и пр.).

С диалогичностью тесно связаны такие понятия как:

**коллективная логика** (по С.Тулмину);

**социальная логика** (по Г.Тарду);

**социальная семантика** языков коммуникации агентов (по М.Сингху).

# КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ ДИАЛОГА

## (по Д.Уолтону и Э.Краббе)

### 1. Диалог поиска информации (information-seeking dialogue)

Рассматривается ситуация, когда один из агентов ищет ответ на некоторый **вопрос** (вопросы), обращаясь к другим агентам, которые, по его мнению, знают ответ на этот вопрос.

### 2. Диалог выявления знаний (inquiry dialogue)

Агенты сотрудничают для получения ответа на вопрос (вопросы), ответ на который изначально неизвестен ни одному из участников диалога.

### 3. Диалог убеждения (persuasion dialogue)

предполагает, что один из агентов пытается **убедить** другого принять суждение, которое тот изначально не разделяет.

### 4. Диалог торгов или переговорный диалог (negotiation dialogue)

означает, что агенты торгуются, пытаясь установить удовлетворяющее всех **распределение** дефицитного ресурса, пусть даже оно и будет ущемлять индивидуальные интересы некоторых из них.

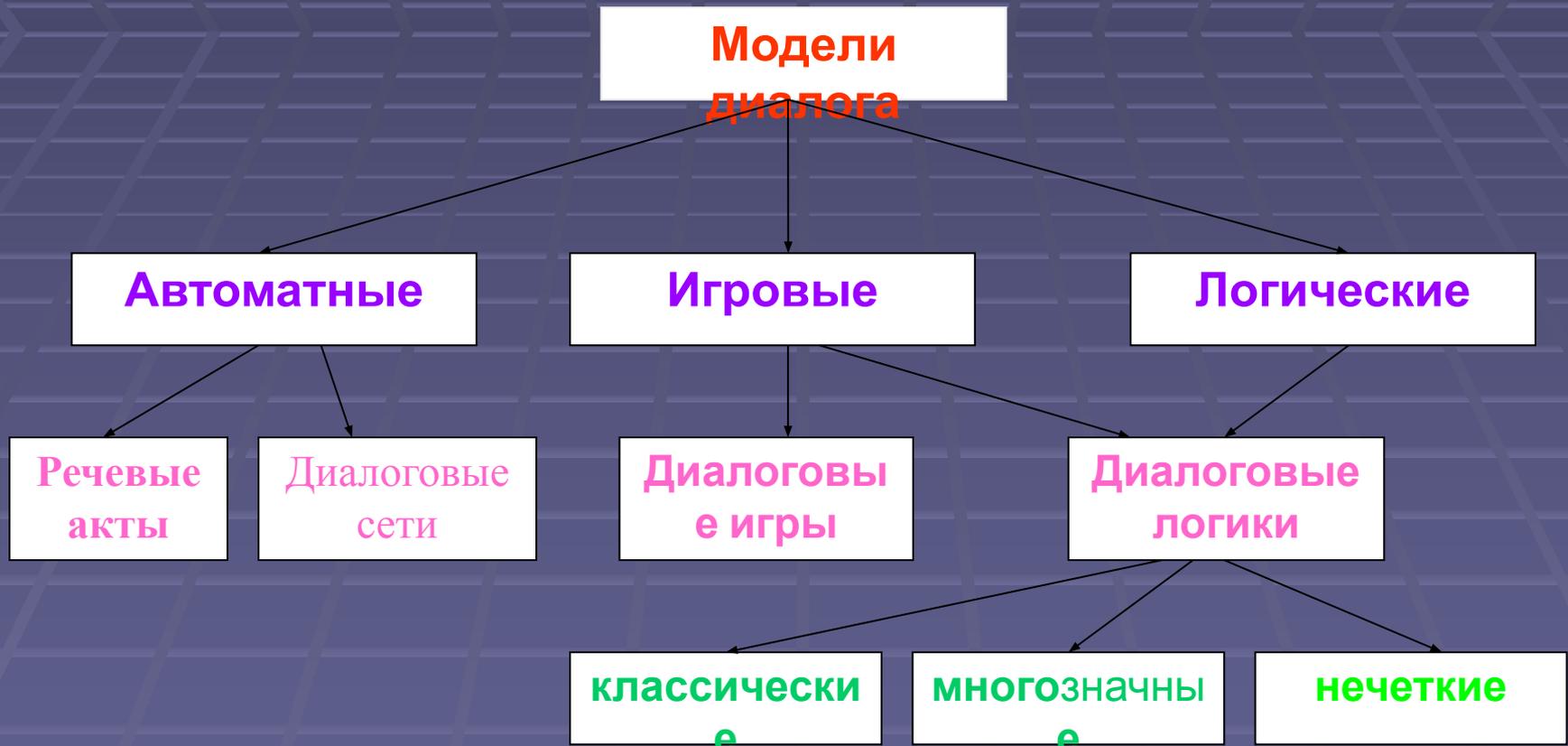
### 5. Диалог выработки решений (deliberation dialogue)

Здесь агенты сотрудничают, чтобы выработать совместное решение о том, какое действие или курс выбрать в некоторой ситуации. При этом они делят ответственность за принятое решение. Следует иметь в виду, что наилучший образ действий для МАС может конфликтовать с мнениями или намерениями отдельных агентов; кроме того ни один из агентов не может обладать всей информацией, необходимой для определения лучшего для группы варианта.

### 6. Диалог-полемика (eristic dialogue)

, когда агенты обмениваются словесными

# ДИАЛОГИКА И ФОРМАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ДИАЛОГА



# МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИАЛОГОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ РЕЧЕВЫХ АКТОВ

(Дж.Остин и Дж.Серл)

Диалог состоит из речевых или коммуникативных актов, совершаемых агентами, причем каждый такой акт имеет:

- форму выражения (локутивный акт)
- цель высказывания (иллокутивный акт)
- последствия (перлокутивный акт).

Кроме того, речевые акты подразделяются на следующие группы:

- директивные (приказы, директивы)
- ассертивные (утверждения)
- промиссивные (обещания, отражающие обязательства)
- экспрессивные (выражение внутреннего состояния)
- декларативные (выполнение действия, связанного с самой речью)

# ГЛАВНЫЕ СВОЙСТВА КОММУНИКАТИВНЫХ СТРУКТУР ТИПА ДИАЛОГОВ

(по Т.Винограду и Ф.Флоресу)

1. **Диалоги** начинаются с исходного **речевого акта** (ассертивного, промиссивного, декларативного или экспрессивного) и характеризуют **намерения** одного агента по отношению к другому
2. На каждом шаге диалога существует ограниченный набор **возможных действий** (принять, отклонить, сделать контрпредложение и т.п.)
3. Существуют терминальные состояния, определяющие завершение диалога. Когда достигается одно из этих состояний, диалог считается законченным.
4. Речевые акты меняют не только состояние диалога, но и состояния агентов (мнения, желания, намерения), которые всегда зависят от диалога и его результатов

Таким образом, диалог можно рассматривать как последовательность состояний, связываемых переходами, и описывать с помощью моделей конечных автоматов

# Математическая модель протокола коммуникации агентов

$$CP = \langle Roles, Cond1, Goals, Acts, Cond2 \rangle$$

- *Roles* – множество ролей агентов-участников процесса коммуникации
- *Cond1* – условия начала процесса коммуникации между агентами
- *Goals* – множество целей коммуникации
- *Acts* – множество коммуникативных актов, допустимых в рамках коммуникации
- *Cond2* – условия завершения процесса коммуникации

# ФОРМАТ АСЛ-СООБЩЕНИЯ

<b>Performative</b>	<b>Тип сообщения</b>
<b>Sender</b>	<b>Отправитель сообщения</b>
<b>Receiver</b>	<b>Получатель сообщения</b>
<b>Content</b>	<b>Содержание сообщения</b>
<b>Language</b>	<b>Язык кодирования сообщения</b>
<b>Encoding</b>	<b>Кодировка содержания сообщения</b>
<b>Conversation-id</b>	<b>Идентификатор сообщения</b>
<b>Reply-by</b>	<b>Время, к которому необходимо получить ответ</b>

# ДИАЛОГОВАЯ ЛОГИКА КАК ДИАЛЕКТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Возрождение диалектического взгляда на логику началось в 1960 г., когда была опубликована работа П.Лоренцена «Логика и агон» (греческое слово «агон» переводится как «игра», «спор»)

Lorenzen P (1960). Logik und Agon

(см. также книгу Lorenzen P., Lorenz K. Dialogische Logik. – Darmstadt: Wissenschaftliche Buch gesellschaft, 1978.

Под **диалоговой логикой** понимается система правил (называемых «диалоговыми играми», «диалектическими системами» или «системами формальной диалектики»), которые регулируют дискуссии между двумя (или большим числом) сторон. При этом некоторые из правил являются логическими.

Основная идея **диалоговой логики** заключается в стремлении обеспечить **прагматический базис логики** (логическую прагматику) на теоретико-игровой основе.

Диалоговая логика связана с теорией доказательств; любое успешное доказательство в диалоговой логике заключается в построении модели, а в противном случае, контрпримера.

Близкие идеи были независимо предложены Я.Хинтиккой (1968), развивавшим **теоретико-игровую семантику**, и Ч.Хэмблином (1970), предложившим **теорию ошибок** (Fallacies).

# ДИАЛОГОВАЯ ЛОГИКА П.ЛОРЕНЦЕНА

Процесс установления истинности предложения рассматривается как игра между проponentом и оппонентам.

Начальное состояние диалога определяется формулой (тезисом)  $F$  и множеством гипотез  $H$ , предлагаемыми проponentом.

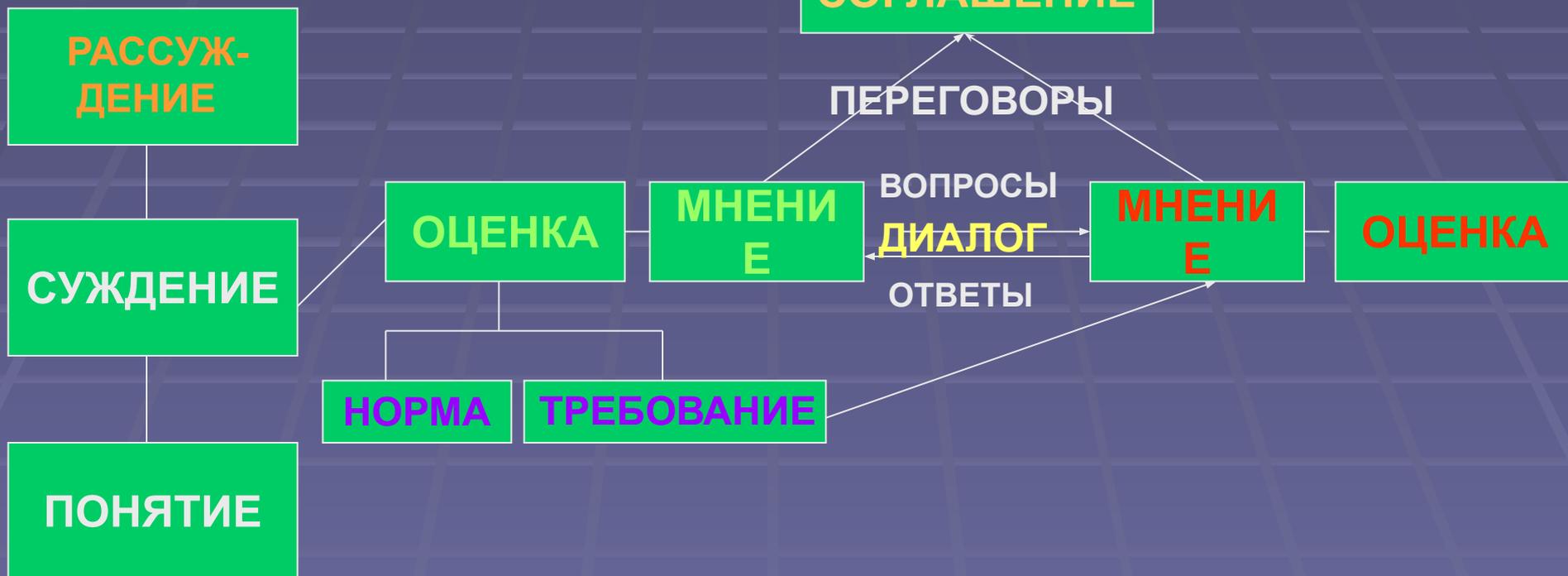
Игра имеет два возможных исхода: выигрыш или проигрыш.

Диалоговая игра считается выигранной одним из игроков, если другой игрок не может совершить никакого действия, согласующегося с правилами игры.

# ДИАЛОГИЧЕСКИЕ VS МОНОЛОГИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ В ПРИКЛАДНОЙ ЛОГИКЕ

Вертикальная иерархия  
логических категорий  
для индивидуального  
мышления

Сетевая структура  
основных диалоговых  
категорий



# ОСНОВНЫЕ ИДЕИ И ПРИНЦИПЫ ДИАЛОГИКИ И ДИАСЕМАНТИКИ

1. Формирование знаний как продукта **социализации мнений** есть свойство **сообщества**, а не отдельного агента.

Поэтому **цель диалогии** заключается не столько в том, чтобы построить ясное, непротиворечивое знание на надежном фундаменте самоочевидности, сколько в расширении, переосмыслении и улучшении знаний в многоагентной системе на основе противопоставления и **согласования различных мнений агентов** с помощью **утверждений и возражений, гипотез и сомнений, аргументов и контраргументов, вопросов и ответов.**

В целом, диалогика может пониматься как вариант *прикладной эпистемологии* для МАС.

# ОСНОВНЫЕ ИДЕИ И ПРИНЦИПЫ ДИАЛОГИКИ И ДИАСЕМАНТИКИ

2. В отличие от вертикальной структуры классической логической триады

**«понятие – суждение – рассуждение»**, занимающей центральное место в традиционной **монологической структуре знания**, в диалогике на первый план выходят горизонтальные структуры, определяемые **обменом мнениями (переговорами)** между агентами в интересах построения **соглашений и коллективного принятия решений**.

Соответственно, любое рассуждение здесь рассматривается как **диалогическое**, а не как монологическое.

# ОСНОВНЫЕ ИДЕИ И ПРИНЦИПЫ ДИАЛОГИКИ И ДИАСЕМАНТИКИ (ОКОНЧАНИЕ)

3. **Мнения агентов** в диалогике строятся как **комплексные модализированные суждения**, характеризуемые **частичной истинностью** (ни у одного из агентов, если это специально не оговорено, нет «монополии на истину»). Соответственно, допускается возможность появления истиннозначных провалов (разрывов) или, наоборот, пресыщенных оценок истинности в МАС.
4. Отличительная особенность рассуждений в диалогике заключается не столько в том, чтобы извлечь заключение из посылок, сколько в том, чтобы **увеличить уверенность в этом заключении** (или, в том, чтобы его опровергнуть).
5. Истинность любого суждения (валентность любой формулы) в диалогике носит **распределенный характер**, что обуславливает важность построения векторных (многомерных) оценок истинности в МАС. **Двухмерность (многомерность) семантики есть** следствие наличия двух (или большего числа) ролей в МАС.

# ОТ ДИАЛОГОВ К ПЕРЕГОВОРАМ

**Переговоры в МАС** представляют собой ключевой механизм **самоорганизации МАС** или **координации действий агентов** с целью установления устойчивого динамического распределения ресурсов, удовлетворяющего коллективным требованиям агентов МАС и не противоречащему их индивидуальным интересам.

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРЕГОВОРНОГО ПРОЦЕССА

**Переговорный процесс (ПП)** в МАС есть итеративный процесс обмена мнениями между агентами с целью достижения соглашения по определенной проблеме – предмету переговоров).

Основной признак переговорного процесса в МАС – наличие хотя бы 2-х агентов, цели которых частично совпадают, а частично - расходятся.

Однако, помимо этих агентов, в процесс переговоров могут вовлекаться и другие участники: сторонники и противники каждого агента, посредники.

В исследовании переговорного процесса выделяются следующие аспекты:

- **диагностика переговорного процесса** – исследование его предпосылок, мотивов поведения и целей участвующих агентов;
- **ситуационный и позиционный анализ**, включающий исследование текущей ситуации и позиций агентов, участвующих в переговорах;
- **прогнозирование хода и последствий переговоров**, включая определение альтернатив выбора, выгоды или ущерба каждому из агентов при том или ином способе завершения переговоров.

# КОНСТРУКТИВНЫЕ И ДЕСТРУКТИВНЫЕ ПЕРЕГОВОРЫ

Когда агенты находят возможность завершения переговорного процесса **на взаимовыгодных условиях и заключения соглашения**, переговоры являются **конструктивными**, становясь источником формирования и развития МАС.

Напротив, деструктивный переговорный процесс часто имеет тенденцию к затягиванию. Чаще всего деструктивные переговоры завершаются либо победой одного из агентов, либо признанием невозможности заключения взаимовыгодного соглашения (когда агенты остаются при своих мнениях и интересах).

Таким образом, главной задачей изучения процесса переговоров с целью его успешного завершения является выявление факторов, определяющих развитие переговорного процесса по конструктивному и деструктивному пути.

# СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПЕРЕГОВОРОВ

**Системы поддержки переговоров** выполняют следующие основные функции [Трахтенгерц, 2003]:

- помощь агентам при формировании ими своей позиции на предстоящих переговорах;
- сбор данных и компьютерную поддержку анализа обстановки, сложившейся перед началом переговорного процесса;
- организацию взаимодействия между агентами в процессе переговоров и предоставление им возможности обмена предложениями и контрпредложениями;
- наглядное и быстрого предоставление на дисплее компьютера всей информации, необходимой для ведения переговоров, с использованием средств мультимедиа;
- помощь в оценке приоритетов отдельных составляющих обсуждаемого предмета переговорного процесса;
- помощь в заключении соглашений

# ПЕРЕГОВОРЫ МЕЖДУ АГЕНТАМИ КАК ПОИСК СОГЛАШЕНИЙ

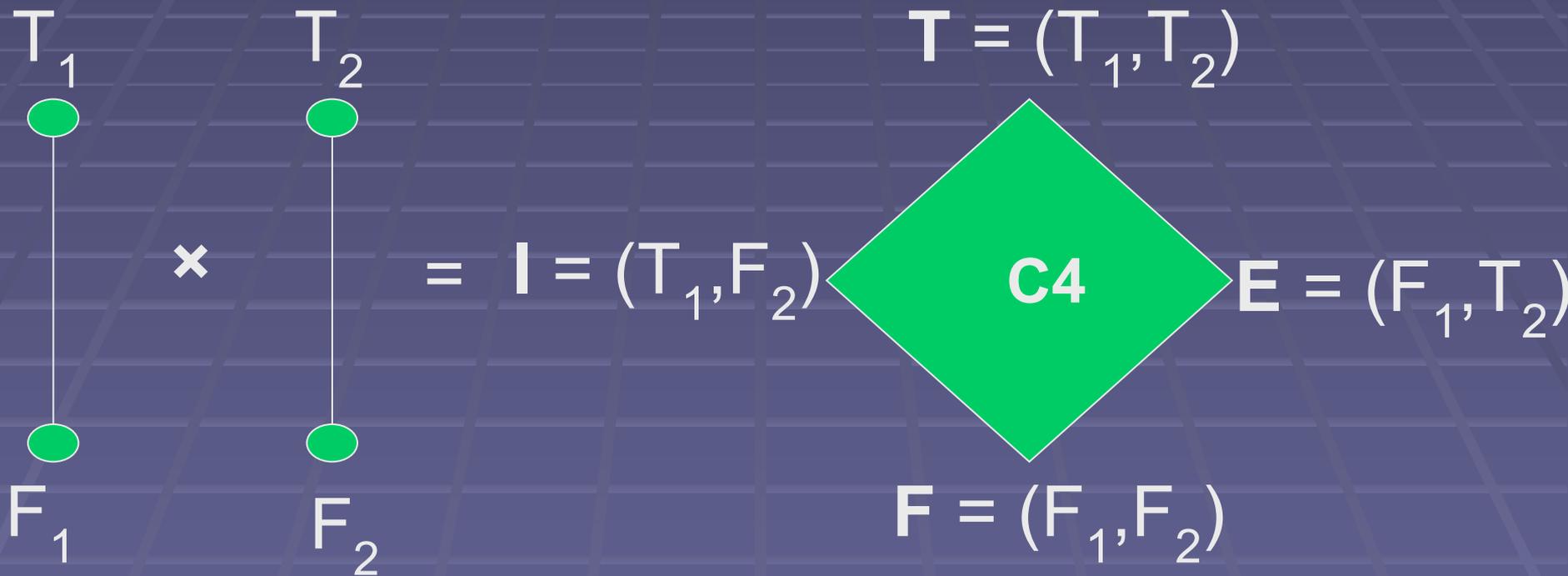
Переговоры агентов можно интерпретировать как **распределенный** процесс поиска в пространстве потенциальных **соглашений**.

Каждый агент имеет определенный набор целей в пределах областей (точек) соглашений, которые являются приемлемыми для взаимодействующих агентов.

Поиск переговоров успешно завершается, когда *область (точка) соглашения* достигнута.

# ЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО СОГЛАШЕНИЙ: ПРОСТАЯ РЕШЕТКА ПЕРЕГОВОРОВ (РЕШЕТКА СОГЛАСИЯ)

[Тарасов и Смагин , 2008]



# ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ЗНАЧЕНИЙ ИСТИННОСТИ В ПЕРЕГОВОРНОЙ РЕШЕТКЕ (РЕШЕТКЕ СОГЛАСИЯ)

Интерпретация полученных истинностных значений интуитивно ясна:

$T = (T_1, T_2)$  – «истина для обоих агентов» (согласованная истина);

$F = (F_1, F_2)$  – «ложь для обоих агентов» (согласованная ложь);

$I = (T_1, F_2)$  – «истина для первого агента, ложь для второго» (внутренняя истина);

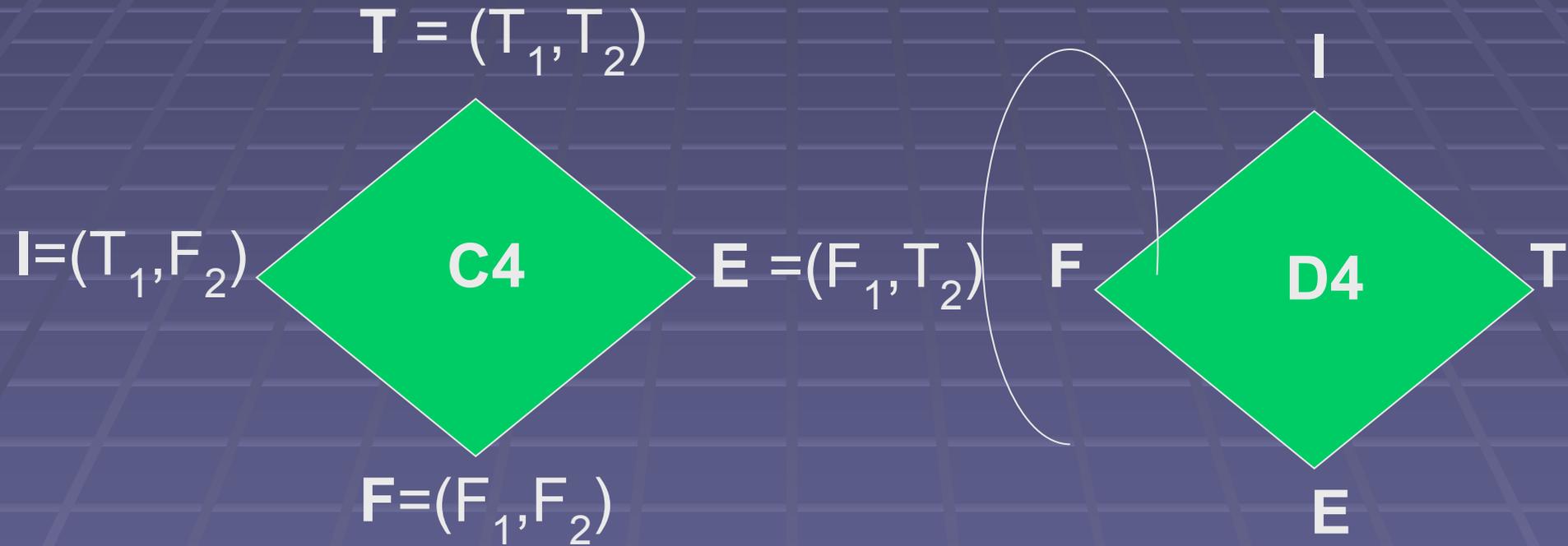
$E = (F_1, T_2)$  – «ложь для первого агента, истина для второго» (внешняя истина)

Если цель диалога формулируется как достижение соглашения, то соответствующее отношение порядка можно интерпретировать как **порядок согласия**  $\leq_C$ .

Например,  $(F_1, F_2) \leq_C (T_1, F_2) \leq_C (T_1, T_2)$  означает, что ситуация «истина для обоих агентов», равнозначная наличию согласия между ними, будет предпочтительнее ситуации «истина одного агента – ложь другого», когда согласия между агентами нет, но оно считается возможным. Последняя ситуация предпочтительнее, чем «ложь для обоих агентов», которая здесь отождествляется с невозможностью согласия (или отказом от него).

Итак, в **логике согласия** выделенным значением является  $(T_1, T_2)$ .

# ПЕРЕХОД ОТ РЕШЕТКИ ПЕРЕГОВОРОВ C4 К РЕШЕТКЕ ДИСПУТА D4



# ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ЗНАЧЕНИЙ ИСТИННОСТИ В РЕШЕТКЕ ДИСПУТА

Повернув переговорную решетку  $S_4$  по часовой стрелке на 90 градусов, получаем решетку диспута  $D_4$  с отношением порядка  $\leq_D$  (порядок выигрыша).

Здесь можно использовать аргументационную семантику, например,  $T$  – «аргумент найден», а  $F$  – «возражение не найдено».

При этом пара  $(T_1, F_2)$  интерпретируется как победа в диспуте (споре) первого агента и поражение второго, поскольку первый агент нашел неопровержимый аргумент;

$(F_1, T_2)$  – как обратная ситуация;

$(T_1, T_2)$  – как ничья (аргументы обоих агентов взаимно опровержимы)

$(F_1, F_2)$  – как отказ от спора.

Тогда, например, имеем  $(F_1, T_2) \leq_D (F_1, F_2) \leq_D (T_1, F_2)$ , т.е.

в логике диспута  $D_4$  значение  $(T_1, F_2)$  следует брать в качестве выделенного значения.

# ЛОГИЧЕСКАЯ МАТРИЦА ДЛЯ ЛОГИКИ ПЕРЕГОВОРОВ

Простейшая логика переговоров

$$LM_{\langle T_1, T_2 \rangle} = \langle \{T_1, F_1\} \times \{T_2, F_2\}, \{I\}, \{\wedge\}, \{\vee\}, \{\rightarrow\}, \{T_1, T_2\} \rangle,$$

где  $\{I\} = \{I_1, \neg_3, I_4, I_r\}$ ,  $\wedge = \{\wedge_C, \wedge_D\}$ ,  $\vee = \{\vee_C, \vee_D\}$

Нечеткая логика переговоров

$$LM_{\langle \alpha, \alpha \rangle} = \langle \{[0, 1] \times [0, 1]\}, n, T, S, I, \{[\alpha, 1] \times [\alpha, 1]\} \rangle$$

$$T_C(x, y) = (\min\{x_1, y_1\}, \min\{x_2, y_2\}) \quad T_D(x, y) = (\min\{x_1, y_1\}, \max\{x_2, y_2\})$$

$$S_C(x, y) = (\max\{x_1, y_1\}, \max\{x_2, y_2\}) \quad S_D(x, y) = (\max\{x_1, y_1\}, \min\{x_2, y_2\})$$