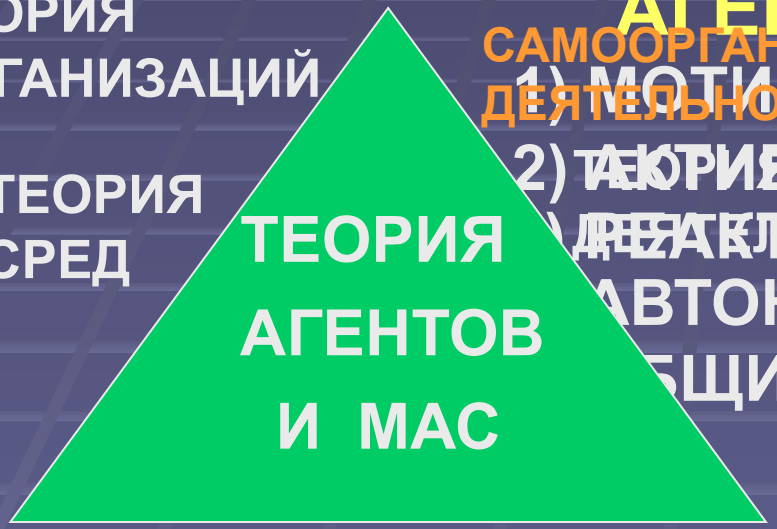
КУРС «ОСНОВЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА». ЛЕКЦИЯ 13. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АГЕНТОВ В МНОГОАГЕНЬНЫХ СИСТЕМАХ

В.Б.Тарасов

E-mail: tarasov@rk9.bmstu.ru

ТЕОРИЯ АГЕНТОВ И МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ: ОСНОВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ

ТРЕУГОЛЬНИК А.МОЛЯ



ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА АГЕНТА:

САМООРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1) МОТИВАЦИЯ
2) АКТИВНОСТЬ
3) РЕАКТИВНОСТЬ
4) АВТОНОМНОСТЬ
5) ОБЩИТЕЛЬНОСТЬ

ТЕОРИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ:

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

МНОГОАГЕНТНАЯ СИСТЕМА

MAS = ⟨A,E,R,ORG,ACT,COM,EV⟩

ИНЖЕНЕРИЯ ЗНАНИЙ И ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

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

ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ АГЕНТАМИ: ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

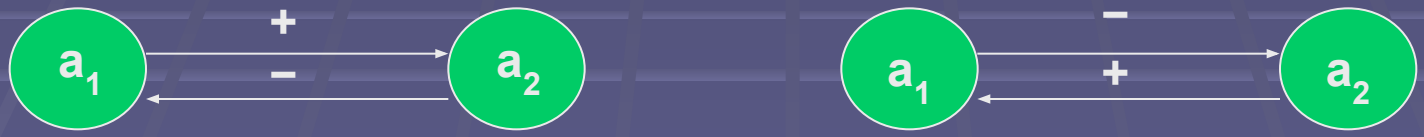
- *направленность*
- *взаимность, многосторонность*
- *избирательность*
- *знак*
- *сила* (*интенсивность*)
- *динамичность*
- *адаптивность*

ГРАФЫ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ АГЕНТАМИ

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

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

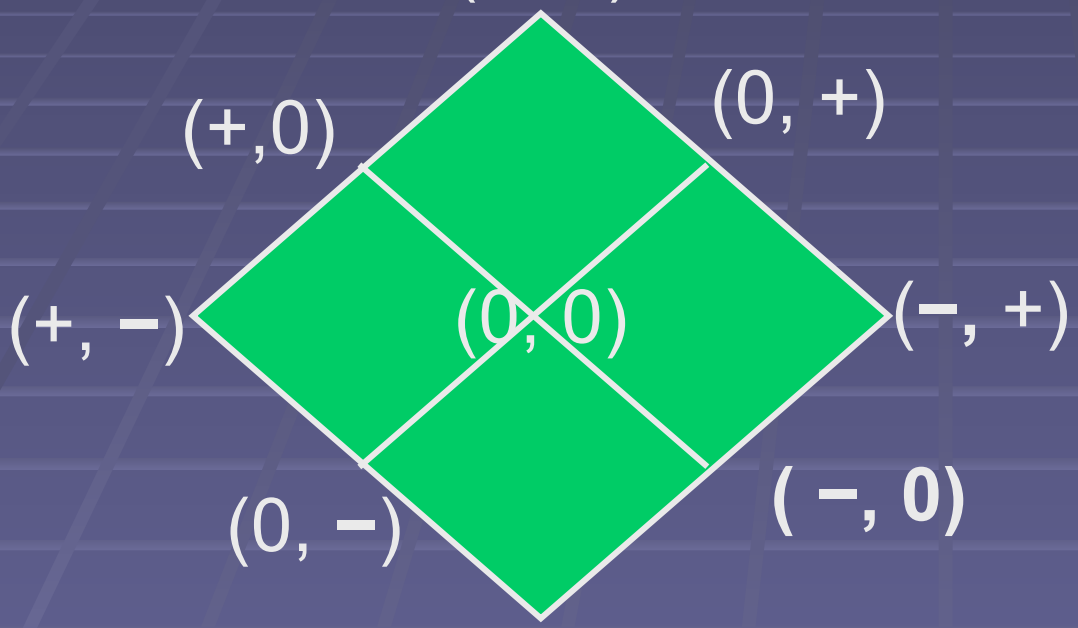
КОНТРАСТНЫЕ: кососимметричность $r_{12} = -r_{21}$



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

ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДЕВЯТИЗНАЧНОЙ СЕМАНТИКИ ЛОГИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

РЕШЕТКА СОДЕЙСТВИЯ



РЕШЕТКА КОНТРАСТА

ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

$R = R^+ \cup R^- \cup R^\circ$ или

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

Расширение на случай взвешенных отношений: **$g: A \times A \ldots \times \ldots A \rightarrow [-1, +1]$**

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: $p \Rightarrow \rceil q$, т.е. $Satisfies(goal(a, p)) \Rightarrow \rceil Satisfies(goal(b, q))$

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

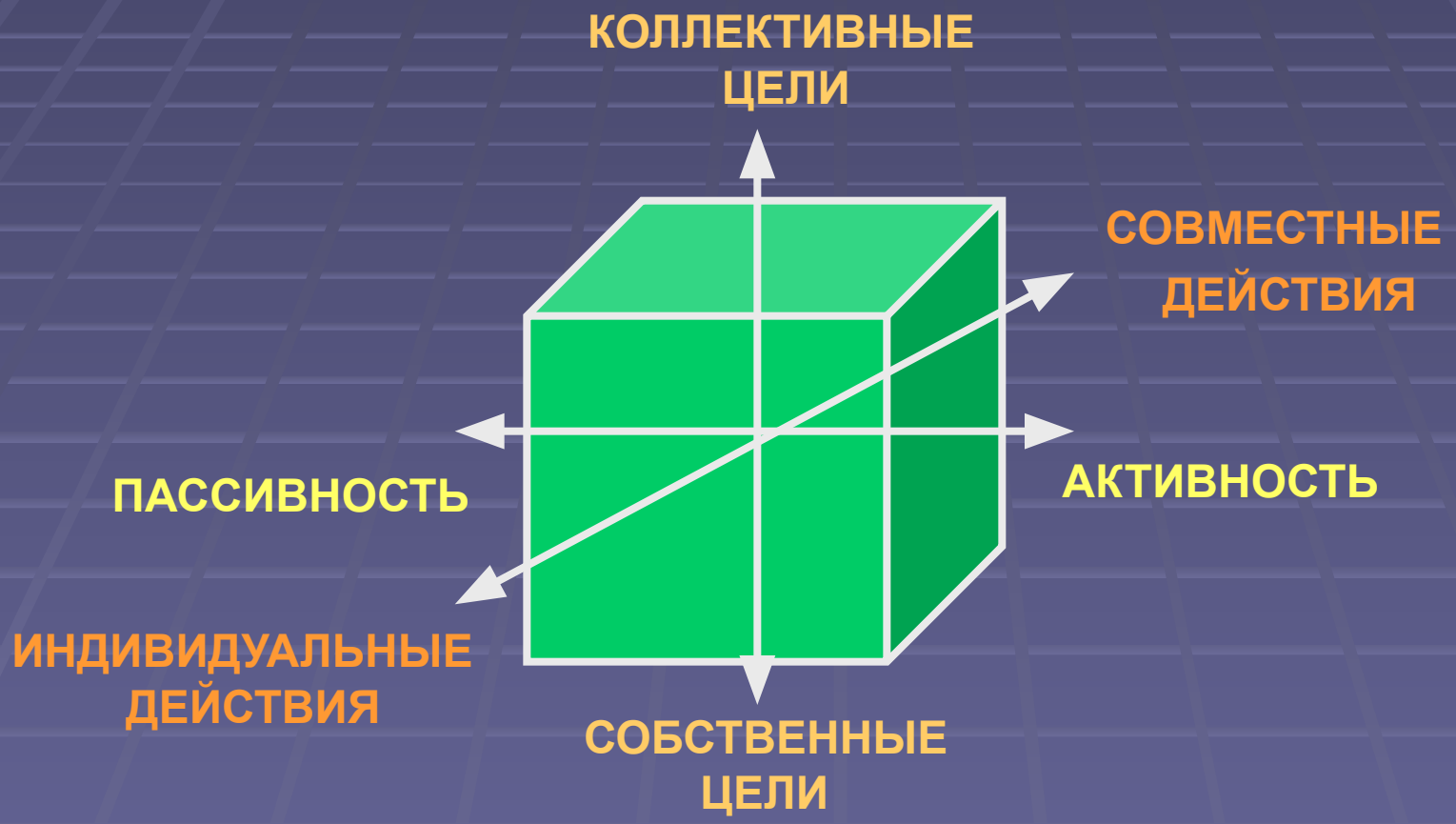
«СОТРУДНИЧЕСТВО-СОПЕРНИЧЕСТВО»

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 диалогики 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

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

ИНФОРМАТИКА

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 диалогики 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, иллокутивная 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.

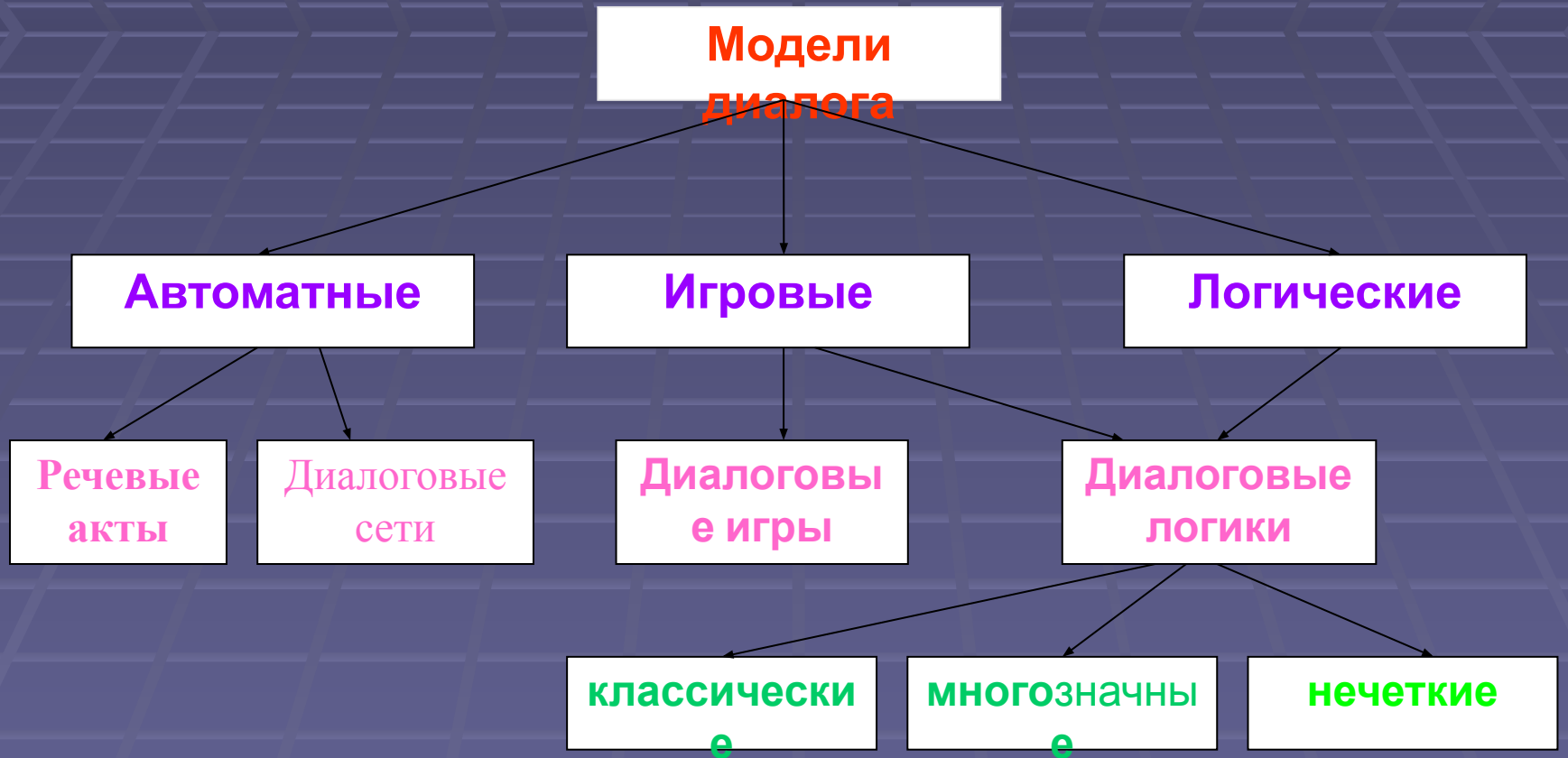
3. Диалог убеждения (persuasion dialogue) предполагает, что один из агентов пытается **убедить** другого принять суждение, которое тот изначально не разделяет.

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 ACL-СООБЩЕНИЯ

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

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 gesellschaftt, 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 пропонентом и оппонентам.

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

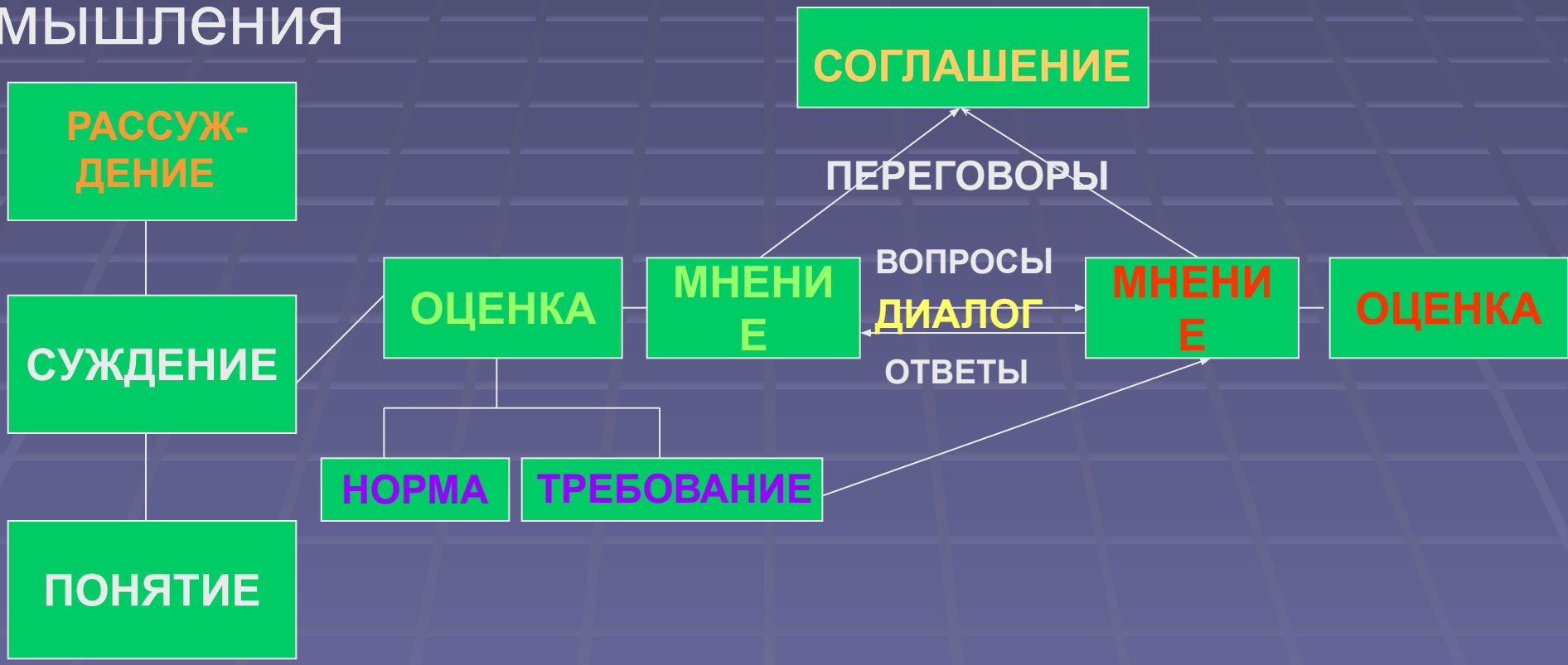
Игра имеет два возможных исхода: выигрыш или проигрыш.

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 диалогики** заключается не столько в том, чтобы построить ясное, непротиворечивое знание на надежном фундаменте самоочевидности, сколько в расширении, переосмыслении и улучшений 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 обусловливает 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

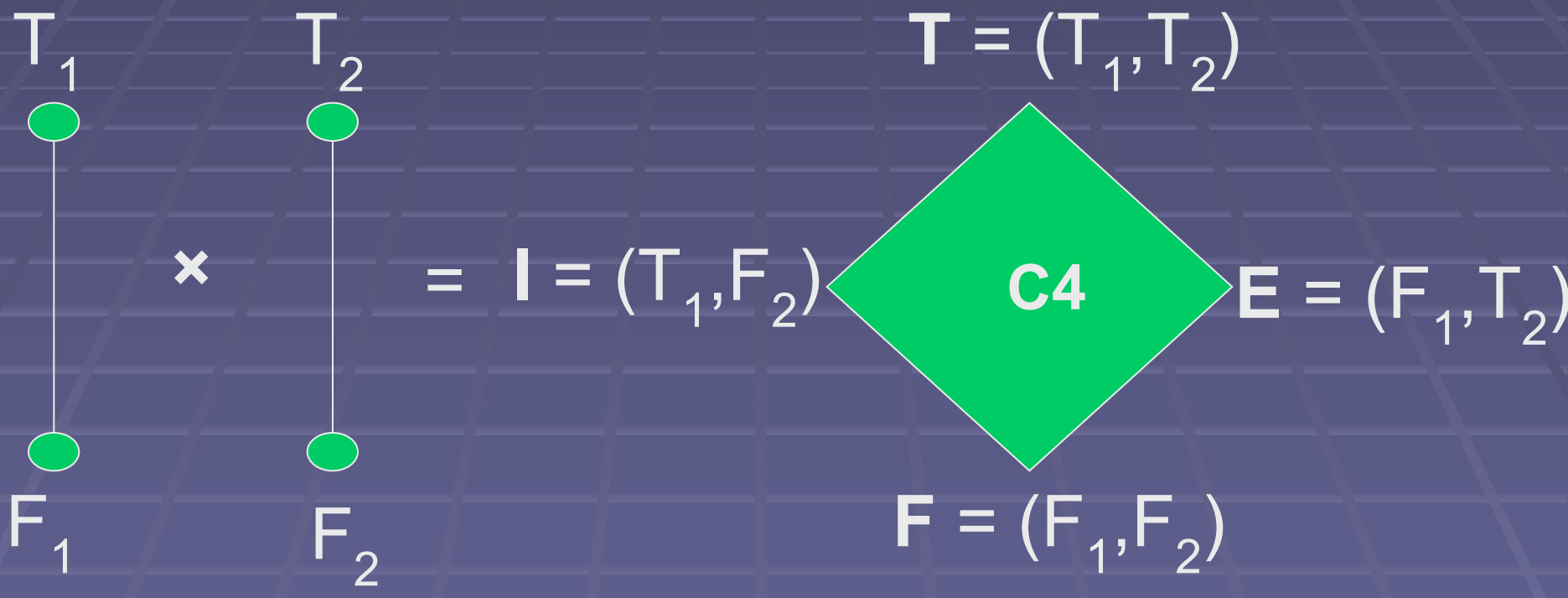
Переговоры агентов можно интерпретировать как распределенный процесс поиска в пространстве потенциальных соглашений.

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]

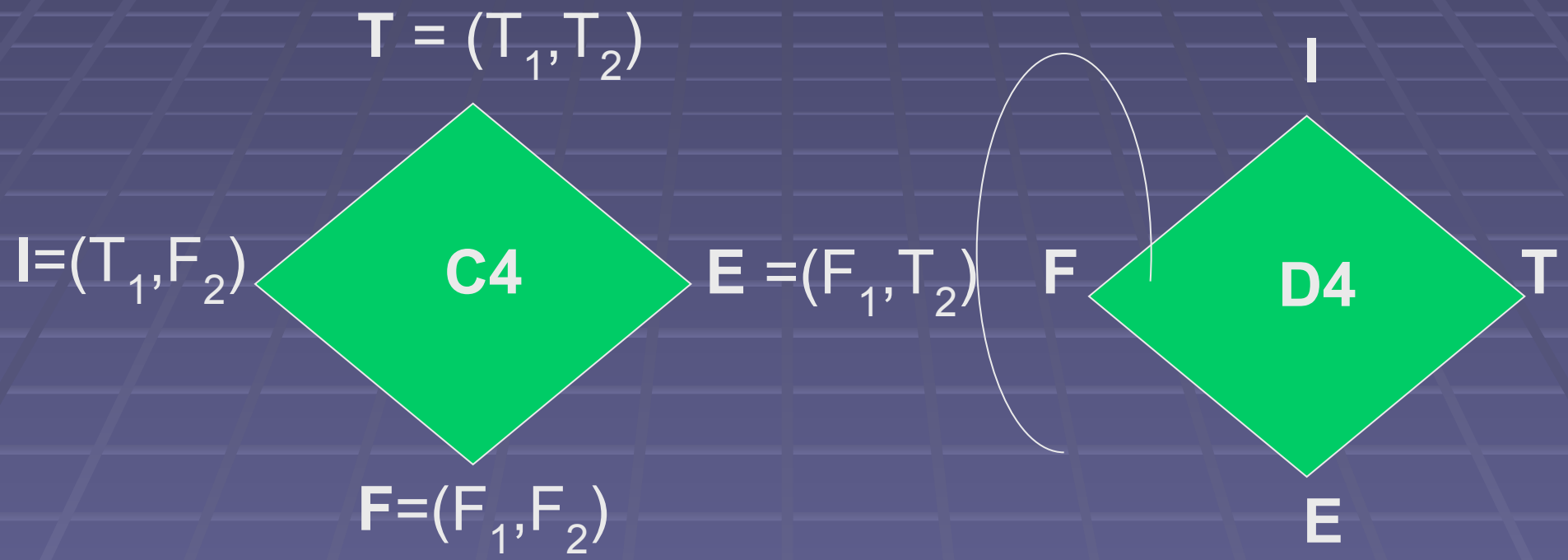


ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ЗНАЧЕНИЙ ИСТИННОСТИ В ПЕРЕГОВОРНОЙ РЕШЕТКЕ (РЕШЕТКЕ СОГЛАСИЯ)

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 C4 по часовой стрелке на 90 градусов, получаем решетку диспута D4 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

$LM_{C4} = \langle \{T_1, F_1\} \times \{T_2, F_2\}, \{\lceil\}, \{\wedge\}, \{\vee\}, \{\rightarrow\}, \{T_1, T_2\} \rangle,$

где $\{\lceil\} = \{\lceil_1, \neg_3, \lceil_4, \lceil_r\}$, $\wedge = \{\wedge_C, \wedge_D\}$, $\vee = \{\vee_C, \vee_D\}$

Нечеткая логика переговоров

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

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

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