

# MPRA

Munich Personal RePEc Archive

## Universal Coordination Instrument

Parinov, Sergey

CEMI RAS

16 February 2024

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/120450/>  
MPRA Paper No. 120450, posted 16 Mar 2024 11:51 UTC

## Универсальный инструмент координации

Паринов, С.И., sparinov@gmail.com, ЦЭМИ РАН

**2024.02.16**

Аннотация: Рассматривается микроуровневая детализация процессов и причинно-следственных связей, с помощью которых агенты (люди) учитывают деятельность друг друга в процессе принятия экономических решений. В качестве способа сбора распределенной между агентами информации, которая важна для принятия решений, рассматривается концепция коллективной ментальной модели (КММ). Рассмотрены способности агентов формировать КММ при трех основных вариантах коммуникаций (прямые, косвенные и предшествующие). На этой основе разработана концепция универсального инструмента координации (УИК), который присутствует у каждого социально-экономического агента. Агенты используют УИК в смешанном индивидуально-коллективном режиме для учета деятельности друг друга. Конструкция УИК определена как особого рода агентная имитационная модель, которая является для агентов средой для их информационных взаимодействий и состоит из блоков «интерфейс» и «вычислитель». Данные блоки настраиваются для каждого вида совместной деятельности агентов в процессе решения агентами некоторой оптимизационной задачи. Полученные результаты являются расширением микроэкономической теории, описывая как агенты могут переопределять все условия максимизации своих целевых функций, включая содержание самой функции, в целях наилучшего учета намерений и возможностей друг друга, а также в ответ на критические возмущения. Главные выводы исследования – экономические индивиды реализуют два вида рационального поведения, которое приводит к двум видам равновесия в экономической системе. Это позволяет экономической системе функционирования эффективно при содержательном неравновесии. Поскольку возмущения неустранимы, то рациональный экономический порядок состоит в максимально эффективном восстановлении равновесия в ответ на возмущения. Прикладным использованием полученных результатов является возможная реализация УИК в виде компьютерной системы в целях создания средств для эффективной перекоординации экономической деятельности и восстановления равновесия.

Ключевые слова: микроэкономическая теория; экономическая система; вдали от равновесия; нестабильность предпочтений; процедурная рациональность; координационное равновесие

JEL: D01, D02, D23, D47, D50, D70, D8, O12

## Universal Coordination Instrument

Sergey Parinov, [sparinov@gmail.com](mailto:sparinov@gmail.com), CEMI RAS

2024.02.16

**Abstract:** The micro-level detailing of the processes and causal relationships with the help of which agents (individuals) take into account each other's activities in the process of making economic decisions is considered. The concept of a shared (collective) mental model (SMM) is considered to collect and process information distributed among agents that is important for decision-making. The abilities of agents to form SMM are considered under three main communication options (direct, indirect, and previous). On this basis, the concept of a universal coordination instrument (UCI) has been developed, which is present in every socio-economic agent. Agents use their UCIs in a mixed individual-collective mode to account for each other's activities. The UCI design is defined as a special kind of agent-based simulation model, which is an environment for agents for their information interactions and consists of "interface" and "computational" blocks. These blocks are configured for each type of joint activity of agents in solving some optimization problem by the agents. The results obtained are an extension of microeconomic theory, describing how agents can redefine all conditions for maximizing their objective functions, including the content of the function itself, to best take into account each other's intentions and capabilities, as well as in response to critical disturbances. The key findings of this study are that individuals engage in two types of rational behavior that lead to two types of equilibrium in the economic system. This allows the system to operate efficiently under substantive disequilibrium. In a face of unavoidable disturbances, a rational economic order consists of restoring equilibrium in economic systems as efficiently as possible in response to disturbances. As a potential outcome, the UCI can be implemented as a computer system to facilitate the efficient re-coordination of economic activities and restore equilibrium.

**Keywords:** microeconomic theory; economic system; instability of preferences; procedural rationality; coordination equilibrium

**JEL:** D01, D02, D23, D47, D50, D70, D8, O12

**Notice:** the English version of this paper is available at <https://zenodo.org/records/10811557>

## Оглавление

<b>1. ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>3</b>
<b>2. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ КООРДИНАЦИИ ДЛЯ СОВМЕСТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	<b>9</b>
2.1. Коллективная ментальная модель участников совместной деятельности .....	11
2.2. Коммуникации между участниками совместной деятельности .....	12
2.3. Универсальный инструмент координации .....	14
2.4. Условия работоспособности универсального инструмента координации .....	16
2.5. Универсальный инструмент координации как имитационная модель .....	17
<b>3. ФУНКЦИИ БЛОКА «ИНТЕРФЕЙС» В УНИВЕРСАЛЬНОМ ИНСТРУМЕНТЕ КООРДИНАЦИИ</b> .....	<b>19</b>
<b>4. ФУНКЦИИ БЛОКА «ВЫЧИСЛИТЕЛЬ» В УНИВЕРСАЛЬНОМ ИНСТРУМЕНТЕ КООРДИНАЦИИ</b> .....	<b>21</b>
4.1. Определение возможных вариантов деятельности .....	21
4.2. Выбор лучшего варианта совместной деятельности .....	22
4.2.1. Прямые коммуникации .....	22
4.2.2. Косвенные коммуникации .....	24
4.2.3. Предыдущие коммуникации / отсутствие коммуникаций .....	25
<b>5. ОБСУЖДЕНИЕ</b> .....	<b>26</b>
5.1. Единая методологическая основа для исследования координации и экономических структур .....	26
5.2. Возникновение экономических систем и их устойчивость .....	27
5.3. Процедурная рациональность и координационное равновесие .....	28
5.4. Концепция решения для метакоординации .....	30
5.5. Волны неравновесия в экономической системе .....	31
5.6. Расширение экономической теории .....	35
<b>6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	<b>36</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	<b>40</b>

## 1. Введение

Достижения в когнитивных науках последних десятилетий позволяют вернуться к рассмотрению важной для экономической теории проблемы, которую много лет назад Хайек сформулировал следующим образом:

«Специфический характер проблемы рационального экономического порядка обусловлен именно тем, что знание обстоятельств, которыми мы должны пользоваться, никогда не существует в концентрированной или интегрированной форме, но только в виде рассеянных частиц неполных и зачастую противоречивых знаний, которыми обладают все отдельные индивиды. Таким образом, экономическая проблема общества — это ... проблема использования знания, которое никому не дано во всей его полноте» (Найек, 1945, Р. 1)<sup>1</sup>.

Использование знания, исходно распределенного среди отдельных индивидов (агентов), которые являются участниками совместной деятельности (Klein et al., 2005), позволяет обнаруживать и учитывать важные для совместной деятельности факторы. Важность этим факторам придает обстоятельство, что они могут увеличивать размер

<sup>1</sup> Цитируется по русской версии указанной статьи Хайека, которая доступна на Гуманитарном портале - <https://gtmarket.ru/library/basis/6143/6148>

выгоды, получаемой агентами от их деятельности. Примем очевидное предположение: чем более полно агенты учитывают важные для совместной деятельности факторы, тем выше вероятность получения ими от этой деятельности выгоды большего размера.

Фактическая выгода кроме полноты учета факторов, среди прочего, зависит и от вычислительных возможностей агентов обработать всю имеющуюся информацию и учесть ее в полном объеме в процессе определения содержания своей деятельности. Вычислительные аспекты принятия экономических решений исследованы в экономической теории с различных сторон. Например, как анализ экономического эффекта ограниченных познавательных способностей индивидов в работах Саймона (Саймон, 1993), развитие идей ограниченной рациональности как познавательной предпосылки в работах Уильямсона (Уильямсон, 1995) и многих других.

С учетом этого предыдущее предположение может быть уточнено: размер выгоды, получаемый агентами от совместной деятельности, зависит как от полноты учета распределенного знания, так и от текущих возможностей агентов обрабатывать и анализировать полученную в результате интеграции распределенного знания информацию.

В качестве способа повышения выгоды в условиях ограниченных познавательных и вычислительных возможностей агентов традиционная экономическая теория предлагает подбор организационных форм (Уильямсон, 1993) или выбор между дискретными альтернативными структурами (Саймон, 1993). Гурвиц в теории экономических механизмов для решения проблемы интеграции распределенной информации использует понятие «вальрасовского аукциониста» (Измалков и др., 2008). Результаты когнитивных наук позволяют рассмотреть проблему сбора, анализа и использования распределенной между агентами информации, включая разрешение ситуаций с неполными и противоречивыми сведениями, как функционирование существующих в сознании агентов ментальных моделей (Craik, 1967; Jonker, et al., 2011). Такой подход в сравнении с традиционным анализом, оперирующим организационными формами или дискретными альтернативными структурами, является микроуровневым. Он позволяет рассмотреть проблему использования распределенного знания для получения выгоды от совместной деятельности на уровне отдельных индивидов как применение ими своих природных способностей учитывать деятельность друг друга с помощью различных вариантов коммуникаций между собой (Паринов, 2023а; 2023б; 2023в).

В результате обмена информации между агентами их индивидуальные ментальные модели превращаются в определенной степени коллективные (Johnson-Laird, 1980; Mantzavinos и др., 2004; Badke-Schaub и др., 2007). В данном исследовании коллективные ментальные модели (КММ) рассматриваются как инструмент взаимного учета агентами деятельности друг друга. КММ формируется в сознании агентов на основе индивидуальных ментальных моделей агентов в результате коммуникаций между ними и позволяет агентам использовать распределенное между ними знание. КММ представляет собой общее основание (Klein et al., 2005), где участники делятся знаниями, убеждениями, предположениями, ожиданиями и целями в конкретной области. «Расширение исследований ментальных моделей с индивидуального на коллективный фокус обусловлено растущим признанием того, что существует социальный компонент познания на индивидуальном уровне и что принятие решений

происходит на различных уровнях: от индивидуального до группового и общественного уровня» (Jones et al., 2011, p. 5).

Использование коммуникаций, а также вычислительных и аналитических возможностей КММ, в целях взаимного учета участниками совместной деятельности возможностей и намерений друг друга рассматривается в данном исследовании как процесс координации их совместной деятельности. Таким образом, координация понимается как взаимный учет агентами деятельности друг друга, который может принимать разные формы в зависимости от используемых агентами вариантов коммуникаций. В этом случае степень полноты и характер учета важной для совместной деятельности распределенной информации являются характеристиками координации. Таким образом, характеристики координации влияют на размер выгоды участников совместной деятельности. Улучшение характеристик координации как за счет соответствующих настроек коммуникаций между участниками, так и улучшения конфигурации используемой ими КММ является для агентов источником получения дополнительной выгоды от их совместной деятельности.

При таких предположениях и уточнениях предложенная Хайеком формулировка экономической проблемы общества может быть детализирована как в части описания контекста, в котором проблема существует, так и в части содержания самой проблемы.

С точки зрения современных междисциплинарных научных представлений о ментальных моделях агентов и возможных вариантах коммуникациях между ними указанная Хайеком проблема существует в следующем контексте.

Существенная часть знаний о факторах, которые являются важными для совместной деятельности агентов, находится в сознании каждого из участников совместной деятельности. Эти знания у агентов динамически обновляются и пополняются. Участники совместной деятельности получают возможность использовать это знание, которое «никому не дано во всей его полноте», формируя и постоянно актуализируя КММ с помощью разного рода коммуникаций между собой. Возможные варианты коммуникаций между агентами включают: 1) прямые коммуникации в виде «живого» общения между участниками; 2) косвенные коммуникации, опосредуемые изменениями в общей среде; и 3) предшествующие коммуникации для создания КММ, которую предполагается использовать при отсутствии текущих коммуникаций.

Поскольку КММ существует в сознании агентов и не является непосредственно наблюдаемой сущностью, то для научного анализа требуется найти ей подходящую форму представления. Наиболее очевидной ассоциацией КММ является распределенная коллективно формируемая имитационная модель (Jones et al., 2011, p. 5), в которой агенты сами представляют и актуализируют свои информационные образы. Такая имитационная модель одновременно является для агентов средой для их информационных взаимодействий. В КММ также содержатся представления агентов о важных для их совместной деятельности параметрах, условиях, ограничениях и т.д. Использование содержащегося в КММ интегрированного знания о существующих в данный момент времени и предполагаемых условиях для совместной деятельности реализуется агентами в виде проигрывания (имитаций) в КММ различных вариантов их совместной деятельности.

Использование КММ для проигрывания и анализа вариантов деятельности придает этим действиям в разной степени коллективный характер, зависящий от варианта коммуникаций между агентами. При прямых коммуникациях коллективность в использовании КММ позволяет агентам согласовать лучший вариант их совместной деятельности. При косвенных коммуникациях коллективность КММ позволяет агентам определять лучший вариант деятельности методом проб и ошибок или в результате «нащупывания»<sup>2</sup>. Используя статичный КММ, созданный предшествующими коммуникациями, агенты индивидуально определяют лучший вариант деятельности, предполагая, что все остальные участники действуют, используя этот же КММ.

В процессе имитаций в КММ агенты оценивают размер ожидаемой индивидуальной выгоды от их возможной совместной деятельности, а также индивидуальную ценность ресурсов, необходимых каждому агенту для его деятельности. На основе величины ожидаемой выгоды агенты определяют лучший для себя вариант содержания их совместной деятельности и переводят его в практическую реализацию.

Вытекающая из этого контекста экономическая проблема общества по использованию знания, которое «никому не дано во всей его полноте», распадается на две части.

Первая часть проблемы - оптимальный выбор настроек коммуникаций между участниками совместной деятельности, включая выбор оптимальной комбинации вариантов коммуникации, а также выбор конфигурации КММ. Взаимосогласованное решение этих двух задач выбора дает агентам способ координации, который при существующих ограничениях позволяет с определенной полнотой учитывать важные для их совместной деятельности факторы, информация о которых распределена между ними. Способ решения этой проблемы выбора, результатом которой является создание способа координации, получил название «метакоординация» (Паринов, 2023в). Метакоординация позволяет агентам определять и конструировать способы координации, которые при меняющихся условиях для их совместной деятельности дают возможность находить с минимальными затратами наилучшие по размеру ожидаемой выгоды варианты их совместной деятельности.

Созданный таким образом способ координации представляет собой настройки коммуникаций и конфигурацию КММ, которые определяют характеристики координации: а) максимально возможную степень полноты учета важных факторов, от которой зависит размер выгоды, и б) величина затрат на координацию, уменьшающих полную выгоду агентов. Эти характеристики координации определяют для заданной совместной деятельности максимальную верхнюю границу ожидаемой выгоды агентов, фактическое достижение которой зависит от решения второй части проблемы.

Вторая часть проблемы - оптимальное применение способа координации, созданного в результате решения первой части проблемы. Проблема здесь состоит в определении наилучшего содержания совместной деятельности агентов. Оптимальное использование способа координации означает нахождение агентами в текущих условиях для их совместной деятельности такого ее содержания, выгода от которого будет максимально близка к верхней границе, определяемой характеристиками координации, а затраты на координацию будут минимальны. При этом приближение к

---

<sup>2</sup> Имеется в виду нащупывание по Вальрасу (Walrasian tatonnement). См., например, объяснение этого понятия в (Hurwicz, Reiter, 2006).

верхней границе увеличивает затраты времени агентов на поиск лучших решений и, как следствие, «с увеличением объема поиска возрастают издержки» (Саймон, 1993, с. 30), которые снижают общую выгоду. По этой причине агенты могут использовать приемлемые, а не лучшие варианты содержания деятельности (Саймон, 1993, с. 30). Проблема оптимального применения способа координации имеет и динамический аспект, связанный с необходимостью поддержки совместной деятельности в скоординированном состоянии в ответ на поток случайных изменений в ее условиях.

Таким образом, современным решением отмеченной Хайеком экономической проблемы общества является: а) оптимальное применение агентами метакоординации для создания эффективных способов координации; и б) оптимальное применение участниками совместной деятельности созданных способов координации для разных видов их совместной деятельности. Результатом метакоординации является способ координации с определенным верхним порогом ожидаемой выгоды агентов для заданного вида их совместной деятельности. Результатом координации является получение с помощью созданного способа фактической выгоды, размер которой максимально приближен к верхнему порогу. В данном контексте «механизм координации» в его традиционном понимании соответствует способу координации, который на постоянной основе используется большим количеством агентов в течение достаточно длительного времени.

В качестве средства решения этих двух частей проблемы в данном исследовании предлагается концепция универсального инструмента координации. Универсальный инструмент координации (УИК) понимается как способность каждого агента учитывать деятельность других участников совместной деятельности, за счет управления в смешанном индивидуально-коллективном режиме: а) настройками коммуникаций с другими участниками; а также б) конфигурацией и параметрами КММ. Таким образом, выбор оптимальных настроек УИК является способом решения первой части проблемы использования распределенного знания, а использование УИК с настройками для определения содержания совместной деятельности агентов, наилучшим образом учитывающее возможности и намерения друг друга, является способом решением второй части этой проблемы. Универсальность здесь понимается, как способность агентов применять данный инструмент для координации совместной деятельности разных видов.

Определенные представления как о КММ, так и об УИК в целом, неявно присутствуют в экономической теории. Например, описанная Гурвицом «консоль», которая реализует действия механизма распределения ресурсов и направляет агентов в принятии решений, является достаточно точной аналогией КММ:

«Максимально упрощая, мы можем представить себе, что каждый агент имеет перед собой консоль с одним или несколькими циферблатами для настройки; выбор настроек циферблата всеми агентами однозначно определяет поток товаров и услуг (вектор торговли) между каждой парой агентов, а также производство каждого агента (вектор вход-выход), его «торговлю с природой». Не все настройки циферблата возможны, а некоторые возможны только в сочетании с другими настройками циферблата. Таким образом, возможность выполнения комплекса действий (заданная комбинация настроек набора для всех агентов) может быть разделена на индивидуальную возможность и совместимость» (Hurwicz, 1973, p. 16).

Если предложенный Гурвицом образ консоли рассматривать в том же контексте, в котором в данном исследовании рассматривается УИК, то необходимо дополнительно: а) определить как агенты создают консоли для разных видов их совместной деятельности; а также б) описать конструкцию консоли, которая позволяет агентам находить лучшие варианты своей деятельности с учетом возможной предполагаемой деятельности других участников, включая оценку ожидаемой выгоды от реализации этих вариантов. Предлагаемая концепция УИК дает ответы на эти вопросы точнее, чем консоль Гурвица, и поэтому является более адекватной реальным процессам использования агентами распределенного знания в целях учета деятельности друг друга.

Ключевым отличием данного подхода от мейнстрима традиционной микроэкономической теории является гипотеза о наличии у индивидов (агентов) универсального инструмента координации, который имеет системообразующие свойства. Синхронизируя настройки и параметры своих УИК агенты получают возможность коллективно использовать распределенное знание для учета деятельности друг друга в целях получения максимальной выгоды от их совместной деятельности. В результате этих действий между агентами образуются взаимозависимости и устанавливаются связи, которые превращают участников совместной деятельности в экономическую систему. Такие системы традиционно определяются как некоторые организационные или институциональные структуры. Таким образом, подход на базе УИК создает единую методологическую базу для описания принципов создания и особенностей функционирования различных способов и механизмов координации, а также различных организационных и институциональных форм экономических систем.

Для экономических систем, если их рассматривать как результат использования УИК участниками совместной деятельности, можно выделить три уровня устойчивости. Наличие у агентов УИК позволяет им сохранять эффективность совместной деятельности при потере устойчивости на некоторых уровнях. Например, при нестабильности индивидуальных предпочтений участников, вызывающей потерю устойчивости 1-го уровня, эффективность функционирования системы восстанавливается оперативной адаптацией содержания совместной деятельности агентов к изменившимся условиям за счет ее перекоординации.

В процессе учета и использования распределенного знания участники совместной деятельности рационально выбирают наилучшие решения как для определения оптимального способа координации, так и оптимального содержания их деятельности. Содержательная рациональность (*substantive rationality*) агентов, которая проявляется в выборе содержания совместной деятельности, дополняется процедурной рациональностью (Саймон, 1993). Отмеченная выше возможность сохранения эффективности экономической системы при нарушении устойчивости связей первого уровня означает наличие у агентов процедурной рациональности, которая позволяет им компенсировать случаи ослабления содержательной рациональности.

Деятельность агентов с двумя видами рациональности при отсутствии возмущений приводит к возникновению в экономической системе двух видов равновесия. Процедурная рациональность агентов ведет к координационному или процедурному равновесию, т.е. равновесию в процессе улучшения агентами характеристик координации. Содержательная рациональность ведет к содержательному равновесию в

процессе уточнения содержания совместной деятельности агентов, что, в том числе проявляется как равновесия спроса и предложения в экономической системе.

Наличие у агентов процедурной рациональности, означает наличие у них возможностей поддерживать устойчивость системы и восстанавливать в ней оба вида равновесия. Такая возможность позволяет исследовать экономические системы, находящиеся в сложном неравновесном состоянии или вдали от равновесия. Ненулевые затраты времени агентов на реализацию функций УИК создают эффект волнового распространения возмущений в экономической системе. Характеристики волн возмущений влияют на характер (не)равновесия системы. Подобный анализ позволяет исследовать как экономическая система, которая находится в разной степени неравновесном состоянии, может сохранять свою эффективность.

Исходя из концепции индивида с УИК, обладающего двумя видами рациональности, традиционное описание микроэкономической задачи максимизации целевой функции может быть дополнено: 1) описанием причинно-следственных связей и процедур, приводящих к возникновению из участников совместной деятельности экономической системы; 2) описанием принципов создания и использования инструмента, с помощью которого участники максимизируют свои целевые функции. При такой постановке агенты в микроэкономике могут переопределять все условия максимизации целевой функции, включая содержание самой функции, в целях наилучшего учета намерений и возможностей друг друга, а также при возникновении критических возмущений. В этом качестве концепция УИК является расширением экономической теории.

Главный вывод данного исследования: поскольку возмущения в экономических системах имеют объективный характер и неустранимы, то рациональный экономический порядок в этих условиях состоит в максимально эффективном восстановлении равновесия в экономических системах в ответ на возникающие возмущения. Для этого требуется создать эффективные способы координации, которые позволят максимально быстро восстанавливать равновесие в содержании совместной деятельности агентов, а также эффективный механизм метакоординации, который обеспечит совершенствование способов координации.

В данной работе представление результатов исследования ограничено рассмотрением абстрактной модели УИК, описанием ее настроек и способов функционирования при разных вариантах коммуникаций. Это соответствует концептуальной проработке структуры УИК и его основной функциональности как особой агентной имитационной модели. В следующем разделе обсуждаются общие представления о КММ совместной деятельности и вариантах коммуникаций агентов, на основе которых вводится понятие УИК, представляемого как имитационная модель особого вида. В разделе 3 обсуждаются способы формирования УИК при различных вариантах коммуникаций между агентами. В разделе 4 представлено описание выполнения УИК своих функций при различных вариантах коммуникаций. В разделе 5 обсуждаются методологические следствия, вытекающие из концепции УИК. В разделе 6 представлено общее описание полученных результатов.

## 2. Универсальный инструмент координации для совместной деятельности

Координация как явление возникает в процессе совместной деятельности агентов (Klein и др., 2005)<sup>3</sup>. Объектом координации является содержание деятельности отдельных участников. В общем случае координироваться может как деятельность людей, так и активности искусственных агентов, например, компьютерных ботов. В данном исследовании рассматривается только координация деятельности людей. Поэтому далее под агентами понимаются люди, осуществляющие совместную социально-экономическую деятельность.

Для возникновения координируемой совместной деятельности у агентов должны быть общие намерения и возможности для коммуникаций (Cohen et al., 1997). Кляйн и др. также отмечали, что «критериями совместной деятельности являются намерение сторон работать вместе и их работа взаимозависима» (Klein et al., 2005, p. 6). С учетом этого совместная деятельность в данном исследовании включает ситуации, когда агенты, имеющие общие намерения, могут действовать не на основе текущих, а на основе предшествующих коммуникаций. В этом случае участники взаимно предполагают, что все они следуют общим правилам, ранее выработанным для соответствующих ситуаций. Такие ситуации, как правило, возникают при регулировании совместной деятельности с помощью институциональных структур с координирующими функциями.

В работе (Klein et al., 2005) для описания условий возникновения координации в совместной деятельности введено понятие «общее основание» (common ground): «Одним из ключевых аспектов совместных действий является процесс поиска общего основания для обеспечения координации» (Klein et al., 2005, p. 37). Для появления у участников совместной деятельности общих оснований требуется (Klein et al., 2005, p. 37):

- 1) совместимость типов знаний, убеждений и предположений, которые важны для совместной деятельности, включая знание ролей и функций, стандартных процедур и т. д.;
- 2) наличие механизма, который приводит состояния участников к общему основанию: подготовка, контроль и поддержание, выявление и устранение помех;
- 3) основной договор (basic contract), обязывающий участников совместной деятельности постоянно проверять и корректировать общее основание.

Отмеченные условия для возникновения координируемой совместной деятельности являются важными, но не полными. Необходимые для совместной экономической деятельности общие «намерения сторон работать вместе» возникают, если агенты получают от совместной деятельности выгоду, которую невозможно получить индивидуально. Такая возможность получения дополнительной выгоды создает у агентов мотивацию к совместной деятельности.

В данном исследовании рассматриваются только виды совместной деятельности, размер выгоды агентов от которых зависит от характеристик координации. Например, чем полнее и точнее агент учитывает в процессе координации возможности, намерения и содержание деятельности других агентов, тем выше вероятность получения большей выгоды, и наоборот. Практически любая экономическая деятельность соответствует

---

<sup>3</sup> «Вступление в совместную деятельность требует от участников координации, поскольку по крайней мере некоторые их действия влияют на целенаправленную деятельность других» (Klein et al., 2005, p. 5).

этому условию. Если данное условие выполняется, то у агентов возникают мотивации учитывать в процессе координации деятельность других агентов таким образом, чтобы при прочих равных условиях получать от своей деятельности максимальную выгоду. Тогда совершенствование характеристик координации совместной деятельности может быть для агентов источником получения дополнительной выгоды.

Характеристики координации, в свою очередь, определяются полнотой учета важных факторов и зависят, в том числе, от характера коммуникаций между агентами участниками совместной деятельности и от их возможностей обрабатывать информацию (Паринов, 2023б).

## 2.1. Коллективная ментальная модель участников совместной деятельности

В настоящее время в когнитивных науках, в социальной психологии и некоторых других областях<sup>4</sup> активно развивается концепция ментальных моделей участников совместной деятельности. Среди подходов к использованию концепции ментальных моделей в экономических исследованиях можно отметить наиболее близкие к данному исследованию работы, в которых ментальные модели обсуждаются в контексте исследования поведения агентов в условиях сильной неопределенности, обучения, сложности проблем выбора, институтов и идеологии (Denzau & North, 1994; Mantzavinos и др., 2004).

Ментальная модель определяет представления агента о мире и используется им для принятия решений (Craig, 1967; Jonker, et al., 2011). Ментальные модели могут быть как индивидуальными, так и коллективными (Johnson-Laird, 1980; Jones et al., 2011). Исследователи отмечают, что концепция коллективных ментальных моделей (КММ) активно развивается в последние годы в связи с повышенным интересом к исследованию влияния групповых и общественных факторов на принятие индивидуальных решений (Jones et al., 2011).

В литературе КММ наиболее часто определяются как «структуры знаний, которыми обладают члены команды, которые позволяют им формировать точные объяснения и ожидания относительно задачи и, в свою очередь, координировать свои действия и адаптировать свое поведение к требованиям задачи и других членов команды» (Jonker, et al., 2011, p. 133). В описании требований к КММ и ее функций отмечается: «коллективные ментальные модели способствуют продвижению команды к достижению цели, создавая структуру, способствующую общему пониманию и действиям» (Salas и др., 2005, P. 565).

Рассмотрим, как связана концепция КММ с понятием «общие основания», которое, как отмечено выше, является необходимым условием для координации совместной деятельности,

Очевидно, что для возникновения КММ у агентов должна присутствовать принципиальная совместимость знаний, убеждений и предположений, которая является одной из составляющих общего основания (Klein et al., 2005). Если это выполняется, то между индивидуальными ментальными моделями агентов существует необходимая

---

<sup>4</sup> Например, в исследованиях мульти-агентных систем (Hindriks, Riemsdijk, 2009)

общность, на основе которой индивидуальные модели с помощью коммуникаций могут превращаться в КММ.

Коммуникации и обмен информацией между участниками совместной деятельности приводят к синхронизации содержания их индивидуальных ментальных моделей в части, относящейся к их совместной деятельности. Таким образом, коммуникации соответствуют второму из перечисленных в (Klein et al., 2005) условий возникновения общего основания: механизму, который приводит состояния участников к общему основанию. В результате коммуникаций у участников совместной деятельности возникают общие основания, а также происходит формирование и регулярная актуализация КММ для заданной деятельности. Это позволяет предположить, что понятие «общие основания» по сути является идентичным понятию КММ.

Основной договор, как третье условие возникновения общих оснований (Klein et al., 2005), создается мотивациями агентов получать больше выгоды от их деятельности за счет совершенствования координации. Если КММ является для агентов инструментом получения выгоды, то желание агентов получать систематическую выгоду обязывает участников совместной деятельности, как это предписывает основной договор (Klein et al., 2005), постоянно проверять и корректировать КММ.

Таким образом понятие «общие основания», как оно определено в (Klein et al., 2005), представляет собой необходимое условие для возникновения КММ в роли инструмента координации участников совместной деятельности. Именно с помощью КММ в сознании каждого отдельного агентов с определенной полнотой и точностью собирается распределенная между агентами информация. Этим создаются условия для решения сформулированной Хайеком экономической проблемы общества по использованию знания, которое «никому не дано во всей его полноте».

Традиционно концепция КММ используется для объяснения функционирования команд (Jonker, et al., 2011) или малых групп, участники которых, как правило, взаимодействуют с помощью прямых коммуникаций между собой. В предлагаемом исследовании обосновывается, что агенты могут создавать и использовать КММ в роли инструмента координации с помощью различных вариантов коммуникаций.

## 2.2. Коммуникации между участниками совместной деятельности

Коммуникации между участниками совместной деятельности играют ключевую роль для формирования КММ. «Улучшение коммуникационных связей приведет к эволюции ментальных моделей связанных людей, которые будут сближаться, а не расходиться, поскольку они продолжают учиться непосредственно у мира» (Denzau & North, 1994, с. 10).

Исходя из самых общих представлений о социально-экономических агентах и среде их совместной деятельности примем, что между агентами могут существовать следующие основные варианты коммуникаций:

- 1) прямые коммуникации, т.е. «живое» общение между членами команд и в других малых группах, при которых координация их деятельности возникает как результат договоренностей между участниками;

- 2) косвенные коммуникации, т.е. опосредуемые изменениями в общей среде. Например, действиями на рынке, с помощью которых агенты приходят к координации в результате нащупывания наилучшего содержания своей деятельности методом проб и ошибок в общей среде;
- 3) предшествующие коммуникации, которые позволяют агентам заранее создавать статичные КММ для координации текущей совместной деятельности без использования коммуникаций. Координация в этом случае происходит в результате нащупывания агентами лучшего варианта деятельности без текущих коммуникаций и без прямого влияния других участников. Такая статичная КММ может, например, содержать некоторые общие правила, институты с координирующими функциями и т.п.

В данном исследовании не рассматривается вариант полного отсутствия коммуникаций (т.е. отсутствие как текущих, так и предыдущих коммуникаций), т.к. в этих условиях нет систематических возможностей для агентов учитывать деятельность друг друга и, следовательно, осознанная и продолжающаяся совместная деятельность между агентами не может возникнуть.

Приведенный выше перечень вариантов коммуникаций является полным и исчерпывающим, т.к. для любого заданного участника совместной деятельности способы его коммуникаций со всеми остальными участниками, независимо от их общего количества и индивидуальных характеристик, могут быть только из этого списка.

Использование агентами перечисленных вариантов коммуникаций сопровождается определенными затратами на координацию, которые уменьшают размер ожидаемой выгоды от их совместной деятельности. Например, агенты, тратя время на коммуникации, теряют определенный размер выгоды от своей совместной деятельности, которую они могли бы создать за это время. В этом смысле затраты на координацию близки по содержанию к понятию «транзакционные издержки» (Коуз, 1995; Уильямсон, 1996).

Разные варианты коммуникаций характеризуются разным уровнем постоянных и переменных затрат:

- Прямые коммуникации, которые позволяют агентам достигать максимальной полноты учета важных факторов. Постоянные затраты определяются затратами на присоединение к «живому» общению участников совместной деятельности. В большом количестве случаев эти затраты близки к нулю. Переменные затраты, напротив, очень высокие, т.к. живое общение требует от агента концентрации на процессе обмена информацией, интенсивность обмена информацией между агентами может быть высокой, анализ информации для определения содержания деятельности агента требует значительных усилий;
- Косвенные коммуникации, которые позволяют агентам учитывать наиболее важные факторы. Постоянные затраты определяются затратами на создание общей для всех участников среды для коммуникаций и определенной сигнальной системы, посредством которой они будут обмениваться информацией. Например, создание рыночной инфраструктуры, цен, денежного обращения и т.д. Переменные затраты включают затраты на использование сигнальной системы, включая наблюдение и сбор информации из общей среды,

а также на анализ полученной информации для определения содержания деятельности.

- Предшествующие коммуникации, которые позволяют агентам действовать согласованно при отсутствии текущих коммуникаций на основе ранее созданных КММ. Постоянные затраты создаются затратами на разработку и принятие всеми участниками некоторого статичного КММ. Например, это означает создание общих правил для групп агентов, или институциональных структур для экономики в целом. Переменные затраты создаются затратами на использование статичной КММ для анализа текущих условий для деятельности и определения лучшего содержания деятельности.

Исходя из общих соображений, прямые коммуникации в сравнении с другими вариантами имеют самые низкие постоянные и самые высокие переменные затраты. Предшествующие коммуникации имеют самые высокие постоянные и самые низкие переменные затраты. Косвенные коммуникации по затратам находятся между прямыми и предшествующими.

Как отмечалось выше, агенты ради получения большей выгоды от совместной деятельности стремятся в процессе координации полнее учесть важные факторы, информация о которых распределена между ними. Это требует больше коммуникаций между ними, что повышает затраты на координацию и снижает фактический размер ожидаемой выгоды. Таким образом, величина выгоды от совместной деятельности и размер затрат на координацию являются взаимозависимыми величинами. Следовательно, для получения максимальной выгоды от совместной деятельности за счет ее координации агентам требуется решить задачу оптимизации. Для этого необходимо определить оптимальную комбинацию вариантов коммуникаций и их настройки, которые для заданного вида совместной деятельности дадут оптимальное соотношение между, с одной стороны, полнотой учета важных факторов, определяющей максимальный размер ожидаемой выгоды, а с другой – минимальным размером затрат на достижение этой полноты учета.

### 2.3. Универсальный инструмент координации

В реальности каждый агент участвует во множестве видов совместной деятельности, которые выполняются как последовательно во времени, так и одновременно. Как следствие, в сознании каждого агента одновременно существует множество КММ, соответствующие разным видам его совместной деятельности. Исходя из предположения, что сознание социально-экономического агента – едино, можно сделать вывод, что множество различных КММ в сознании агента представляют собой единую ментальную систему. Каждый агенты обладает способностью систематически порождать ментальную систему из множества КММ в процессе коммуникаций с другими участниками каждого вида совместной деятельности. Такая ментальная система у разных агентов в большинстве случаев возникает и функционирует одинаково. Соответствующие способности агентов можно представить как наличие у них некоторого инструмента координации его совместной деятельности с другими агентами. Данный инструмент является универсальным, т.к. позволяет агентам координировать друг с другом совместную деятельность различных видов.

Таким образом универсальный инструмент координации (УИК) представляет собой присущие всем агентам способности конструировать для заданного вида совместной

деятельности варианты коммуникаций между собой и подбирать конфигурацию КММ, которые обеспечивают агентами при прочих равных условиях максимальную выгоду от их совместной деятельности. Данный инструмент, с одной стороны, является индивидуальным, т.к. с его помощью каждый участник совместной деятельности самостоятельно определяет содержание своей индивидуальной деятельности. Исключая иерархически организованную совместную деятельность, в которой агенты исполнители делегировали право определять содержание своей деятельности агентам руководителям (Паринов, 2023а, с. 10<sup>5</sup>). С другой стороны, этот инструмент является коллективным, т.к. в принятии решения о содержании деятельности отдельного агента некоторым образом участвуют другие агенты.

Исходя из ранее рассмотренного, для возникновения координации и ее поддержания во времени агенты должны выполнить в УИК следующие действия (Паринов, 2023б):

- 1) формирование и актуализация содержания КММ с помощью всех вариантов коммуникаций;
- 2) проигрывание (имитация) в КММ различных вариантов возможной деятельности с учетом ожидаемой деятельности других агентов, включая получение индивидуальных оценок ожидаемой выгоды и ценности ресурсов, необходимых агенту для его деятельности;
- 3) согласование или нащупывание вариантов совместной деятельности, и выбор лучшего варианта;
- 4) перевод лучшего варианта в практическую реализацию, включая фиксацию ответственности за его исполнение;
- 5) поддержание совместной деятельности в скоординированного состояния в ответ на возмущения.

Таким образом, использование агентами-участниками совместной деятельности этого инструмента для достижения и поддержания координации их деятельности начинается с формирования КММ (действие 1 в списке выше) на основе трех основных вариантов коммуникаций. На основе сформированной КММ агенты выполняют анализ и ментальное проигрывание (имитацию) вариантов действий (действие 2). При наличии достаточных вычислительных возможностей (Паринов, 2023б, с. 13<sup>6</sup>; Паринов, 2023в, с. 17) агенты находят взаимоприемлемый вариант совместной деятельности (действие 3). Для выбранного варианта деятельности агенты в определенном виде фиксируют ответственность за его выполнение, что открывает возможность его практической реализации (действие 4). Повтор перечисленных действий обеспечивает поддержание координации (действие 5), в ответ на непредсказуемые изменения в условиях для деятельности, которые обесценивают ранее принятые агентами решения. Данная последовательность действий 1-5 позволяет участникам совместной деятельности учитывать намерения и возможности других участников, и при определенных условиях приводит к возникновению координации между ними.

Выбор и настройка вариантов коммуникаций, с помощью которых агенты информационно наполняют КММ и актуализируют ее содержание, получил в данном

---

<sup>5</sup> Номера страниц для публикации (Паринов, 2023а) здесь и далее приводятся по ее версии в виде препринта.

<sup>6</sup> Номера страниц для публикации (Паринов, 2023б) здесь и далее приводятся для ее версии в виде препринта.

исследовании название «интерфейс» УИК. На основе собранной с помощью «интерфейса» информации агенты в КММ генерируют и проигрывают возможные варианты деятельности, а также определяют в некотором смысле наилучший вариант деятельности. Эта часть УИК получила название «вычислитель». Таким образом, конструкция УИК рассматривается, как состоящая из «интерфейса» и «вычислителя», которые имеют ряд настраиваемых параметров. На вход «интерфейса» УИК поступает информация об условиях для деятельности агентов, а на выходе из «вычислителя» УИК – содержание деятельности каждого агента, учитывающее деятельность других агентов.

Размер выгоды агентов от реализации совместной деятельности, содержание которой вычислено в УИК, в том числе, зависит от выбора значений настраиваемых параметров «интерфейса» и «вычислителя». Агенты заинтересованы в оптимизации настроек УИК для заданного вида совместной деятельности в целях получения максимальной выгоды при минимальных затратах на координацию (Паринов, 2023б, с. 15). Для этого они должны каким-то образом определить оптимальные значения параметров УИК.

#### 2.4. Условия работоспособности универсального инструмента координации

Наличие общих оснований у участников совместной деятельности (Klein et al., 2005) является необходимым условием использования УИК. Кроме этого, для возникновения координируемой совместной деятельности можно выделить еще ряд требований, без выполнения которых УИК не приводит к координации:

- a) Для возникновения и поддержания координации КММ агентов должна содержать актуальную и достаточно полную информацию об участниках и условиях их совместной деятельности;
- b) Если выполнено «а», то должен существовать хотя бы один вариант совместной деятельности, ожидаемая выгода агентов от которого превышает их расходы, а вычислительные возможности агентов должны быть достаточны для нахождения с помощью КММ этого варианта;
- c) Если выполнено «b», то вычислительные возможности агентов должны позволять им определять содержание их совместной деятельности быстрее, чем непредсказуемые возмущения в условиях совместной деятельности нарушат выполнение «а».

Условия «а» - «b» являются достаточно очевидными. Из них следует, что координация невозможна, если у участников совместной деятельности и/или у их КММ отсутствуют необходимые характеристики. Условие «с» является более сложным, поэтому рассмотрим его подробнее.

На способности агентов координировать свою деятельность влияет стохастическая природа общей среды и самих агентов. В условиях для совместной деятельности, включая состояния самих агентов, с определенной частотой происходят непредсказуемые изменения (возмущения). Для возникновения и поддержания координации важным является соотношение между вычислительными возможностями агентов и интенсивностью потока возмущений. Среди всех возможных возмущений в условиях для совместной деятельности критичными являются такие, которые обесценивают уже достигнутую агентами координацию и требуют выполнить координацию заново. В свою очередь, вычислительные возможности агентов

определяют количество времени, которое им требуется для анализа входного потока информации и принятия решения о содержании своей деятельности в КММ.

Социально-экономическая координация возможна, если временной интервал между критическими возмущениями превышает количество времени, которое требуется агентам для определения лучшего или приемлемого варианта их деятельности. Для возникновения координации агентам требуется определять такой вариант деятельности быстрее, чем наступает следующее критическое возмущение, которое потребует заново повторить все процедуры координации. Координация будет успешной, если за время до наступления следующего критического возмущения агенты успевают получать от их совместной деятельности выгоду, которая покрывает их расходы.

Координация невозможна, если непредсказуемые изменения в общей среде обесценивают содержание КММ быстрее, чем агенты, используя имеющиеся у них вычислительные возможности, успевают принять решение о содержании своей деятельности, а также получить выгоду от деятельности.

Описанный выше УИК при наличии необходимых условий приводит к координации, если вычислительные возможности агентов соответствуют сложности задачи учета деятельности друг друга, которая, в свою очередь, зависит от интенсивности возмущений и от количества информации, которую агентам необходимо проанализировать в КММ.

## 2.5. Универсальный инструмент координации как имитационная модель

Решение задачи оптимизации настроек и параметров УИК требует создания соответствующей модели. В целях построения абстрактной модели УИК предлагается использовать очевидную ассоциацию функционирования КММ, которая является важнейшей частью УИК, с имитационным моделированием: «Ментальная модель создается ... и может быть использована аналогично компьютерным моделям, позволяя человеку мысленно исследовать и тестировать различные возможности, прежде чем действовать. ... Изменения, внесенные в мысленную модель в процессе моделирования, представляют собой то, что произошло бы, если бы такие изменения произошли в реальности» (Jones et al., 2011, p. 5).

Исходными требованиями к модельному представлению УИК являются: 1) создаваемое модельное представление должно описывать процесс координации для любого вида совместной социально-экономической деятельности и для любого количества ее участников; 2) между участниками совместной деятельности могут быть прямые или косвенные коммуникации, а также коммуникаций могут отсутствовать.

В предлагаемом исследовании УИК, состоящий из блоков «интерфейс» и «вычислитель», рассматривается как особый класс коллективных агентно-ориентированных имитационных моделей, в которых агенты сами актуализируют свои информационные образы. Саймон писал, что если «знания, и вычислительные мощности лица, принимающего решения, строго ограничены, тогда мы должны различать реальный мир и восприятие его и рассуждения о нем субъекта» (Simon, 1986, p. 280). С учетом этого, в данной модели выделяются два уровня взаимодействия агентов: 1) модельное представление «реальности», которое включает представление общей среды для совместной деятельности агентов, а также существующих в этой

среде условий для их деятельности; 2) модельное представление ментального отражения «реальности», которое соответствует содержанию КММ.

Ментальное отражение «реальности», т.е. второй уровень модели УИК, создается функционированием «интерфейса». Некоторые характеристики КММ, например, полнота учета важных для совместной деятельности факторов, определяется настройками «интерфейса». Содержание второго уровня модели УИК можно рассматривать как некоторую рекурсию содержания первого уровня, т.к. ментальное отражение реальности должно обладать определенной точностью. «Ментальные модели, как правило, являются функциональными, а не полными или точными представлениями реальности. Ментальная модель — это упрощенное представление реальности, позволяющее людям взаимодействовать с миром. Из-за когнитивных ограничений невозможно и нежелательно представить каждую деталь, которую можно найти в реальности» (Jones et al., 2011, p. 6).

Точность этой рекурсии определяется возможностями блока «интерфейс». Однако текущие вычислительные возможности в блоке «вычислитель» определяют способность агентов обработать и проанализировать полученную информацию. С учетом этого будем считать, что верхнюю границу для полноты ментального отражения реальности определяют текущие вычислительные возможности агентов и другие ограничения блока «вычислитель» в целом.

Общая схема обмена данными между уровнями в модели УИК:

- --уровень 2, ментальное представление «реальности»--
  - блок «интерфейс» определяет содержание уровня 2;
  - блок «вычислитель» на основе текущего содержания уровня 2 определяет содержание деятельности агентов для уровня 1;
- --уровень 1, «реальность»--
  - агенты реализуют вычисленное содержание своей деятельности
  - агенты с помощью сконфигурированных коммуникаций получают информацию об изменениях на уровне 1 и передают ее на уровень 2 в блок «интерфейс».
- --цикл действий повторяется сначала--

В рамках этой двухуровневой модели агенты проигрывают (имитируют) и анализируют возможные варианты настроек УИК, а также возможное содержание их совместной деятельности, включая размер ожидаемой выгоды. В процессе этих имитаций агенты определяют в некотором смысле наилучшее содержание своей совместной деятельности, фиксируют ответственность за выполнение выбранного варианта деятельности и переводят ее в режим практического выполнения. Наблюдая за изменениями в общей среде и сравнивая ожидаемую выгоду от совместной деятельности с фактически полученной, агенты в критических случаях инициируют повторную координацию или поддержание скоординированности их деятельности в целях приближения размера выгоды к ожидаемому.

Модель блока «интерфейс» в составе УИК содержит набор способов получения и актуализации информационных образов участников заданного вида совместной деятельности, которые основаны на использовании ранее рассмотренных трех основных вариантов коммуникаций. Также эта модель включает способы актуализации информации о состоянии общей для участников совместной деятельности среды. В

качестве настроек модель позволяет делать выбор способов получения и отправки информации для каждого отдельного акта коммуникаций и обмена информацией между агентами. Каждый такой акт коммуникаций имеет две характеристики: а) степень полноты передачи/получения заданной информации; и б) размер затрат на передачу/получение заданной информации.

Модель блока «вычислитель» в составе УИК работает как распределенная имитационная агентно-ориентированную модель. Эта модель одновременно доступна всем участникам совместной деятельности на «чтение и редактирование». Все агенты могут децентрализованно актуализировать в этой модели свои информационные образы, а также добавлять в модель другую информацию. История изменений в модели сохраняется на определенную «глубину». Вычислитель позволяет каждому агенту проигрывать (выполнять модельные имитации) различные варианты совместной деятельности с использованием информационных образов всех агентов. Подобные проигрывания вариантов деятельности могут иметь коллективный характер, т.к. при некоторых вариантах коммуникаций агенты могут активно или пассивно участвовать в имитациях друг друга.

Основные функции «вычислителя» в составе УИК:

- 1) модельные имитации возможных вариантов деятельности и оценка ожидаемой выгоды агента;
- 2) согласование или нащупывание вариантов совместной деятельности, выбор лучшего варианта и перевод его в практическую реализацию;
- 3) поддержание реализуемого варианта в скоординированного состояния, включая корректировку и улучшение характеристик координации.

В следующих разделах рассматривается, как реализуются функции «интерфейса» и «вычислителя» УИК при всех основных вариантах коммуникаций.

### 3. Функции блока «интерфейс» в универсальном инструменте координации

Блок «интерфейс» в составе абстрактной модели УИК отвечает за формирование и актуализация содержания КММ с помощью коммуникаций. В литературе традиционно КММ рассматривается как феномен, который возникает в результате прямых коммуникаций между участниками в командах и других малых группах (Jones et al., 2011). Рассмотрим в данном разделе принципы формирования КММ у участников совместной деятельности при всех основных вариантах коммуникаций: 1) прямые коммуникации; 2) косвенные; и 3) и предыдущие коммуникации, которые позволяют агентам вести совместную деятельность в отсутствие коммуникаций. Гибридные коммуникации, когда агенты используют комбинации основных вариантов коммуникаций (Паринов, 2023а, с. 9) ради снижения затрат на координацию, не рассматриваются.

#### **Прямые коммуникации**

Прямые коммуникации представляют собой межперсональный обмен информации без посредников по типу «все со всеми». За счет этого участники совместной деятельности поддерживают в сознании друг друга актуальное представление о текущих

возможностях, намерениях и текущем содержании деятельности друг друга. Таким образом, в режиме прямых коммуникаций в блоке «интерфейс» абстрактной модели УИК каждый отдельный агент напрямую передает в и получает из КММ информацию, которая требуется участникам совместной деятельности для вычисления содержания своей деятельности, учитывающей ожидаемую деятельность друг друга.

### **Косвенные коммуникации**

При косвенных коммуникациях агенты оставляют в общей среде следы своей деятельности и/или определенные метки, которые считываются и анализируются другими агентами для учета возможностей и намерений друг друга по отношению к совместной деятельности. Процесс формирования КММ при косвенных коммуникациях предполагает создание агентами в общей среде некоторой сигнальной системы (Klein et al., 2005). Создаваемые агентами на базе сигнальной системы следы деятельности или метки имеют, как правило, стандартизованное оформление, что позволяет снижать затраты агентов на распознавание и анализ информации, полученной через косвенные коммуникации. Полученная информация накапливается в индивидуальных ментальных моделях агентов и обновляется в результате постоянного мониторинга агентов за изменениями в общей среде. Таким образом на базе косвенных коммуникаций содержание индивидуальных ментальных моделей агентов частично синхронизируется и за счет этого ментальные модели агентов приобретают свойства КММ.

В режиме косвенных коммуникаций в блоке «интерфейс» абстрактной модели УИК агенты отчуждают в общую среду готовые результаты своей деятельности и, используя сигнальную систему, оповещают об этом всех других участников совместной деятельности. Например, если сигнальной системой, существующей в общей для всех агентов среде, является рынок, то агенты «выносят» на рынок уже готовые к потреблению товары и оформляют этот акт в соответствии с требованиями рыночной сигнальной системы. Все агенты отслеживают подобные события в общей среде с помощью рыночной сигнальной системы. В их индивидуальных ментальных моделях появляются и обновляются соответствующие «рыночные» информационные образы друг друга.

Отчуждение в общую среду информации о вариантах деятельности, а не ее результатов, в данном исследовании не рассматривается, т.к. этот случай близок по смыслу прямым коммуникациям.

### **Предыдущие коммуникации / отсутствие текущих коммуникаций**

Чтобы при отсутствии коммуникаций действовать в определенной степени согласованно агенты участники совместной деятельности могут использовать КММ, созданный в результате предшествующих прямых и/или косвенных коммуникаций между ними. Такой КММ, предназначенный для использования в отсутствие текущих коммуникаций, является статичным, т.к. не может динамически актуализироваться, когда агенты его используют. Как правило, такой КММ представляет собой фиксированный набор общих правил поведения, или заданный план действий, а также явные или неявные нормы, заданные поведенческие роли и инструкции, культурные общепринятые установки, и другие институты с координирующими функциями. Для

простоты будем все такие случаи называть координацией деятельности агентов на основе общих правил.

В процессе социальной эволюции агенты уже сформировали статичные КММ для различных ситуаций, связанных с совместной деятельностью при отсутствии коммуникаций между ними. Таким образом созданы различные институты, обладающие координирующими функциями. Например, таким образом работают правила, которые позволяют людям в отсутствии прямых и косвенных коммуникаций между ними потреблять общественные блага с учетом интересов друг друга.

Актуализация таких статичных КММ возможна, но может требовать много времени и больших затрат. Примером является процесс совершенствования институциональных структур.

Перечисленные в данном разделе три способа формирования КММ в составе УИК при разных вариантах коммуникаций определяют функциональное содержание блока «интерфейс». Блок «интерфейс» в УИК соединяет КММ, т.е. «вычислитель», с другими участниками совместной деятельности и с общей средой жизнедеятельности агентов. Это блок отвечает за полноту представления в «вычислителе» важных для совместной деятельности агентов факторов, а также за своевременную актуализацию содержания КММ.

#### 4. Функции блока «вычислитель» в универсальном инструменте координации

В блоке «вычислитель» абстрактной модели УИК происходит определение содержания совместной деятельности агентов на основании текущего содержания КММ. Это реализуется агентами с помощью следующих функций «вычислителя»:

- 1) модельные имитации возможных вариантов деятельности, оценка ожидаемой выгоды агента и индивидуальной ценности ресурсов, необходимых для его совместной деятельности;
- 2) согласование или нащупывание взаимоприемлемых вариантов совместной деятельности, выбор лучшего варианта и перевод его в практическую реализацию.

Рассмотрим, как блок «вычислитель» выполняет эти функции при трех основных вариантах коммуникаций между агентами. Блок «вычислитель» также отвечает за поддержание совместной деятельности в скоординированном состоянии в ответ на возмущения, но в данной статье в целях упрощения эта часть функций не рассматривается. См. описание этого в (Паринов, 2023в, с.23).

##### 4.1. Определение возможных вариантов деятельности

Для определения возможного содержания своей совместной деятельности агенты индивидуально выполняют модельные имитации (проигрывание) в КММ. Возможные варианты деятельности определяются в виде заданного начального множества. В процессе модельных имитаций каждый отдельный агент на основе информации, содержащейся в КММ, учитывает ожидаемую деятельность других участников совместной деятельности. Анализируя в КММ варианты деятельности агенты оценивают ожидаемую выгоду от соответствующей деятельности.

Для экономической деятельности в процессе проигрывания ее возможных вариантов агент дополнительно определяет индивидуальную ценность ресурсов, произведенных другими агентами, которые ему необходимо получить в процессе распределения результатов экономической деятельности между всеми агентами. Индивидуальную ценность ресурсов агент определяет как возможность получить, используя данные ресурсы в своей деятельности, выгоду определенного размера. Чем больше ожидаемая выгода от варианта действий, тем выше ценность для агента ресурсов, необходимых ему для реализации этого варианта.

Создаваемые варианты совместной деятельности агентов содержатся в КММ и доступны для анализа всем участникам соответствующей совместной деятельности. Таким образом агенты могут анализировать «чужие» варианты, в которых предусмотрено их участие. Способ попадания в КММ «чужих» вариантов зависит от варианта коммуникаций между агентами и рассматривается в следующем разделе.

В абстрактной модели УИК в блоке «вычислитель» каждый агент определенным образом выбирает из множества допустимых вариантов его совместной деятельности, который имеет лучшие оценки ожидаемой выгоды, вычисленные на базе текущего содержания КММ. Одновременно агенты оценивают для лучшего варианта индивидуальную ценность ресурсов, которые ему необходимы для реализации этого варианта.

## 4.2. Выбор лучшего варианта совместной деятельности

Выбор в КММ лучшего варианта среди множества созданных агентами вариантов совместной деятельности выполняется следующими процедурами:

- 1) обмен мнениями и предложениями между участниками по поводу содержания совместной деятельности;
- 2) достижение договоренности или согласия всех агентов по поводу лучшего варианта их совместной деятельности.

Рассмотрим, как эти процедуры реализуются при основных вариантах коммуникаций.

### 4.2.1. Прямые коммуникации

#### **Обмен мнениями и предложениями**

При прямых коммуникациях обмен мнениями и предложениями является наблюдаемым и хорошо изученным процессом. Агенты в форме «живого» общения обмениваются, созданными в КММ, вариантами их совместной деятельности, включая предложения по улучшению существующих вариантов деятельности. Таким образом агенты могут как предлагать изменения в варианты других агентов, так и предлагать свои новые варианты для анализа остальными участниками.

#### **Достижение договоренности**

Получение согласия всех участников совместной деятельности по поводу выбора лучшего варианта совместной деятельности происходит в процессе обмена мнениями и предложениями. Согласие всех агентов с выбором определенного варианта их совместной деятельности в качестве лучшего происходит под влиянием двух факторов.

С одной стороны, существует стремление каждого агента получить максимальную выгоду от его совместной деятельности. С другой – агенты стремятся ограничить рост затрат на координацию, вызываемый, в частности, ростом количества времени, потраченного на поиск и согласование лучшего для всех варианта.

Саймон, развивая идеи Стиглера, проанализировал ситуации, когда затраты на поиск информации могут превышать выгоду от нахождения лучшего варианта (Саймон, 1993). В таких случаях у агентов возникает мотивация выбирать не лучшие, а удовлетворительные решения:

«... вопрос заключается не в том, как ведется поиск, а в том, как принимается решение о его прекращении. ... Ответ на этот вопрос строится исходя из предположения, что с увеличением объема поиска возрастают издержки. В оптимизационной модели нужный момент прекращения поиска определяется при уравнивании предельных издержек поиска с (ожидаемым) предельным приращением числа альтернатив для выбора решений. В модели, дающей удовлетворительные варианты, поиск прекращается, когда лучший из предложенных вариантов превосходит уровень притязаний, который сам постепенно корректируется в соответствии с ценностью предлагаемых вариантов» (Саймон, 1993, с. 30).

Аналогичные рассуждения об издержках поиска решения применимы и к рассматриваемой ситуации. Рост размера ожидаемой участниками совместной деятельности выгоды от продолжения ее согласования сопровождается соответствующим ростом количества времени, потраченного на согласование и, как следствие, ростом затрат на координацию. Рост затрат на координацию снижает ожидаемую полную выгоду агентов. Таким образом, агентам выгодно соглашаться с реализацией приемлемого или удовлетворительного, а не «лучшего» варианта деятельности. Поскольку продолжение согласования текущего варианта в целях получения агентом большей выгоды требует дополнительного времени, что делает лучший вариант менее выгодным, чем приемлемый текущий.

Для экономической деятельности размер выгоды агента зависит, в том числе, и от результатов распределения ресурсов, которые требуются агентам для их деятельности. Поскольку от результатов распределения ресурсов зависит конечная выгода агента от его деятельности, то процесс согласования агентами варианта экономической деятельности включает одновременное согласование распределения ресурсов, создаваемых участниками совместной деятельности. При прямых коммуникациях достижение договоренности в процессе согласования содержания деятельности всех участников и согласование распределения ресурсов между ними происходит одновременно. Затраты агентов, связанные поиском лучшего распределения ресурсов, вынуждают их и в этом случае принимать приемлемые решения вместо лучших.

Если размер индивидуальной выгоды участников совместной деятельности зависит от размера их общей выгоды, то это создает у них мотивацию стремиться к распределению ресурсов в соответствии с их максимальными индивидуальными ценностями, определяемыми как описано в разделе 4.1. Такая мотивация возникает благодаря тому, что общая выгода растет, если каждый агент получает максимальную индивидуальную выгоду, в силу распределения ресурсов в соответствии с их индивидуальными ценностями.

При этом, возникающая при прямых коммуникациях необходимость получения согласия всех участников как на выбор варианта деятельности, так и на распределение созданных ресурсов дает агентам потенциальную возможность обеспечить получение себе приемлемой доли от прироста выгоды от их совместной деятельности. Таким образом, процесс согласования деятельности при прямых коммуникациях имеет свойство к распределению ресурсов в соответствии с их максимальными индивидуальными ценностями.

Желание агентов получить максимальную выгоду в процессе согласования содержания совместной деятельности создает тенденцию к равновесию в отношениях участников совместной деятельности. При отсутствии возмущений в условиях для совместной деятельности достижение равновесия возможно. Это состояние означает, что агенты определили Парето оптимальный вариант их совместной деятельности, в котором ни один агент не может повысить свою выгоду от совместной деятельности без снижения выгоды у других агентов.

#### 4.2.2. Косвенные коммуникации

##### **Обмен мнениями и предложениями**

При косвенных коммуникациях агенты обмениваются мнениями и предложениями путем взаимодействия с общей средой, а не друг с другом. Исходя из текущего содержания КММ, агенты индивидуально определяют лучший вариант своей совместной деятельности и отчуждают его в общую среду в виде предложения для других агентов. Агенты оформляют такие предложения в соответствии с требованиями определенной сигнальной системы. В данном исследовании отчуждение предлагаемых вариантов деятельности рассматривается как отчуждение уже готового результата деятельности, который может быть как ресурсом, так и некоторым действием. Например, в результате такого отчуждения на рынке возникают предложения агентов в виде созданных ими ресурсов или предоставляемых сервисов (действий).

##### **Достижение согласия**

Достижение согласия всех агентов на реализацию некоторого варианта совместной деятельности при косвенных коммуникациях реализуется как процедура типичного рыночного нащупывания, т.е. как серия попыток агентов угадать спрос друг друга и предложить друг другу ресурсы, которые будут востребованы. Признаком достижения согласия в данном случае является ситуация, когда все произведенные ресурсы востребованы агентами. Для достижения этого состояния агенты анализируют информацию о реакции (спросе) других агентов на предложенный ими вариант деятельности (ресурсы/сервисы). Используя эту информацию они корректируют предлагаемые варианты совместной деятельности, создавая и отчуждая в общую среду новые ресурсы или сервисы. Согласование деятельности агентов в этом случае происходит методом проб и ошибок. Агенты шаг за шагом все более точно учитывают в своей деятельности реакции и ожидания других агентов, т.к. это является для них способом получения максимальной выгоды от совместной деятельности.

В рамках этой же процедуры происходит согласование распределения ресурсов в соответствии с их максимальными индивидуальными ценностями, т.к. вероятность

получения ресурсов на рынке выше для тех агентов, которые предъявили самый высокий спрос на них. Точность распределения ресурсов зависит от точности выражения индивидуальной ценности ресурса в величине (характеристиках) спроса на него от заинтересованных агентов.

Желание агентов получить максимальную выгоду, нащупывая методом проб и ошибок вариант деятельности, который будет наиболее востребован другими агентами, создает стремление к равновесию в содержании деятельности всех участников. Достижение равновесия возможно, если отсутствуют возмущения в условиях для совместной деятельности. Достижение равновесия означает, что агенты определили Парето оптимальный вариант их совместной деятельности, в котором ни один агент не может повысить свою выгоду от совместной деятельности без снижения выгоды у других агентов.

При косвенных коммуникациях агенты могут нащупать Парето оптимальный вариант деятельности, который даст им максимальную выгоду, если выполняются условия:

- Используемая агентами КММ содержит достаточно точную информацию об условиях для совместной деятельности;
- Цены, как измеритель величины спроса и предложения на ресурсы, точно отражают вычисленную в КММ ожидаемую выгоду агентов от их совместной деятельности и связанную с этим индивидуальную ценность ресурсов.

#### 4.2.3. Предыдущие коммуникации / отсутствие коммуникаций

##### **Обмен мнениями и предложениями**

При отсутствии коммуникаций между агентами процесс обмена мнениями и предложениями в прямом виде отсутствует. Однако агенты могут использовать ранее созданные КММ, например, общие правила для определения содержания своей совместной деятельности, поскольку намерение агентов использовать общие правила придает их индивидуальным металльным моделям свойства КММ. Ранее созданный КММ позволяет агентам проигрывать и выбирать варианты своей совместной деятельности, предполагая, что для определения содержания своей деятельности остальные участники, находящиеся в этих же условиях, используют этот же КММ или эти же общие правила.

##### **Достижение согласия**

Получение согласия всех участников совместной деятельности по поводу выбора лучшего варианта деятельности, при отсутствии коммуникаций реализуется в упрощенном виде. Ранее созданный КММ позволяет агентам индивидуально выбирать вариант деятельности с максимальной для себя выгодой, но без возможности получить ответную реакцию на этот выбор других агентов. Выбор участниками совместной деятельности содержания их деятельность на основе одинакового статичного КММ, например, общих для всех участников правил, означает наличие определенной согласованности между деятельностью отдельных участников. В этих условиях степень согласования деятельности агентов зависит от качества статичной КММ, которую агенты используют, и от ее соответствия ситуации, в которой данная КММ применяется. Если случайные возмущения меняют условия для совместной деятельности, то требуется изменить соответствующий статичный КММ. Поддержание

координации в этом случае означает отслеживание работоспособности статичных КММ и внесение в них корректив при необходимости.

В этом случае агенты определяют лучший вариант деятельности методом проб и ошибок. Они анализируют результативность выбранного варианта деятельности и если фактическая выгода меньше ожидаемой, то пытаются нащупать лучший вариант деятельности. Нащупывание в этом случае происходит без коммуникаций между агентами и, следовательно, другие участники не могут в его процессе оказывать влияние друг на друга.

Необходимо отметить, что при отсутствии коммуникаций деятельность агентов может также согласовываться на основе общего плана, представляющего собой одну из разновидностей статичного КММ. Действия агентов, не имеющих коммуникаций между собой, но выполняющих доведенный до них «совершенный» план действий, теоретически, могут иметь высокий уровень согласования.

Состояние равновесия в отношениях между участниками совместной деятельности, действующих без коммуникаций друг с другом на основе статичной КММ возможно. При отсутствии возмущений в условиях для деятельности агенты методом проб и ошибок индивидуально нащупывают лучший вариант своей деятельности. При нахождении лучшего варианта деятельности равновесие возникает не как баланс интересов агентов, а определяется невозможностью агентов, действующих на основе заданного статичного КММ, повлиять на состояние друг друга в условиях отсутствия коммуникаций между ними. Такую ситуацию можно считать случаем вырожденного равновесия.

## 5. Обсуждение

Рассмотренные в предыдущих разделах принципы формирования и функционирования УИК при всех основных вариантах коммуникаций дают основания для использования концепции «экономический индивид с УИК» в целях как теоретического экономического анализа, так и практических приложений. В данном разделе проанализируем некоторые методологические следствия, вытекающие из этой концепции.

### 5.1. Единая методологическая основа для исследования координации и экономических структур

Из предположения о наличии у всех агентов УИК<sup>7</sup> вытекает, что координация для всех видов совместной деятельности создается с участием самих агентов. Наблюдаемые формы создаваемых агентами различных способов координации могут существенно различаться, т.к. зависят от вариантов коммуникаций, на базе которых координация реализуется в каждом конкретном случае. Например, при косвенных коммуникациях координация воспринимается как действие «невидимой руки» Смита, создающей «спонтанный порядок» Хайека. Координация на базе статичных КММ, созданных

---

<sup>7</sup> Фактически, принимается гипотеза, что все индивиды исходно обладают универсальным инструментом координации. Данное предположение является развитием абстрактной модели «экономического человека» (Автономов, 2020).

предшествующими коммуникациями, обычно трактуется как действие институтов (Уильямсон, 1993).

Создание общего для участников некоторого вида совместной деятельности УИК с настройками проявляется в экономике как появление некоторой новой организационной или институциональной структуры, фиксирующей отношения между участниками соответствующей деятельности. Свойства и характерные наблюдаемые признаки таких структур определяются доминирующими в соответствующих УИК вариантами коммуникаций (Паринов, 2023а). Базовые свойства, присущие, например, командам и небольшим фирмам, которые часто определяются как организационные структуры типа «сеть», определяются прямыми коммуникациями между их участниками (Паринов, 2023а, с. 10). Свойства иерархических структур являются следствием прямых коммуникаций, в которых участники-исполнители делегировали свои права принимать решение о содержании деятельности участникам-менеджерам (Паринов, 2023а, с. 10–12). Важные свойства рыночных структур определяются косвенными коммуникациями (Паринов, 2023а, с. 20). Свойства институциональных структур вытекают из использования агентами результатов предшествующих коммуникаций в виде заранее сформированных статичных КММ.

Предлагаемый подход дает возможность анализировать возможные трансформации одних структур в другие. Например, трансформации типа «каждая в каждую» для: а) команд и сетевых структур; б) иерархических структур; в) рыночных структур; г) институтов в роли механизмов координации. А также образование разнообразных гибридов из этих структур. Как результат, при рассмотрении важной задачи экономической теории о выборе между организационными структурами появляется возможность заменить традиционный выбор между «дискретными альтернативными структурами» (Саймон, 1993, с. 24) на гибкий выбор настроек УИК, что позволяет с микроуровневых позиций системно анализировать и конструировать требуемые структуры с заданными свойствами.

Таким образом, концепция индивида с УИК создает единую методологическую базу для анализа функционирования и конструирования различных способов координации, образующих в экономике различные структуры с координирующими функциями.

## 5.2. Возникновение экономических систем и их устойчивость

Индивиды (агенты) с универсальным инструментом координации обладают системообразующими свойствами. Синхронизируя настройки и параметры своих УИК агенты получают возможность коллективно использовать распределенное знание для учета деятельности друг друга в целях получения максимальной выгоды от их совместной деятельности. В результате этих действий между агентами устанавливаются связи и образуются взаимозависимости. Из индивидуальных агентов образуются группы участников совместной деятельности, которые представляют собой экономические системы. В этих системах агенты связаны между собой через общий УИК и имеют общие интересы, связанные с их совместной деятельностью.

В экономических системах, если их рассматривать как результат использования УИК участниками совместной деятельности, можно выделить три уровня устойчивости:

1. Устойчивость связей между участниками, которые возникли в результате определения лучшего при существующих ограничениях содержания их совместной деятельности. На этом уровне устойчивости сохранение связей между агентами обеспечивает им устойчивое получение ожидаемой выгоды до тех пор, пока не произойдут критические изменения в условиях для их совместной деятельности.;
2. Устойчивость связей, на которых основано использование участниками совместной деятельности некоторого заданного способа координации, представляющего собой УИК с настройками. На этом уровне устойчивость системы создается использованием агентами заданного способа координации. Она действует до тех пор, пока не произойдут критические изменения в условиях для функционирования используемых настроек для УИК.;
3. Устойчивость связей, на которых основано совершенствование участниками их текущего способа координации для заданной совместной деятельности. Устойчивость системы здесь основана на использовании метакоординации, свойства и параметры которой рассмотрены в (Паринов, 2023в, с. 30).

Экономическая система с тремя уровнями устойчивости при некоторых условиях может сохранять эффективность при потере устойчивости связей 1-го и 2-го уровней.

Например, при нестабильности индивидуальных предпочтений участников, вызывающей потерю устойчивости 1-го уровня, эффективность функционирования системы может обеспечиваться оперативной адаптацией совместной деятельности агентов к изменившимся условиям за счет ее постоянной перекоординации. Более частое использование УИК для перекоординации повышает затраты агентов на координацию и снижает ожидаемую выгоду агентов. Условием поддержания эффективности экономической системы в этом случае является сохранения уровня затрат на координацию не выше некоторого порога, обеспечивающего получение агентами приемлемый размер общей выгоды от совместной деятельности.

При потере устойчивости 2-го уровня, например, из-за критических изменений в условиях для функционирования УИК, эффективность системы обеспечивается поиском новых настроек для УИК, что означает конструирование нового или совершенствования существующего способа координации.

### 5.3. Процедурная рациональность и координационное равновесие

На втором и третьем уровне устойчивости экономической системы, в отличие от первого уровня, участники совместной деятельности, используя связи соответствующего уровня, осуществляют учет распределенного знания. На основе собранной информации они рационально выбирают наилучшие решения, направленные на увеличение ожидаемой выгоды от их совместной деятельности. На втором уровне устойчивости агенты проявляют рациональность в выборе содержания деятельности в целях получения максимальной выгоды. В этом случае у агентов проявляется «содержательная рациональность» (Саймон, 1993; Denzau & North, 1994). На третьем уровне устойчивости рациональность агентов проявляется в выборе наилучших способов координации. Вид рациональности, проявляющейся на третьем уровне устойчивости, соответствует введенному Саймоном понятию «процедурная рациональность», которая означает «эффективность (в пределах человеческих когнитивных возможностей и ограничений) процедур, используемых для решений

выбора» (Саймон, 1993, с. 27). Способы координации являются процедурами, используемыми агентами для решений выбора по поводу содержания их совместной деятельности, поэтому для их создания агентам должна быть присуща процедурная рациональность.

На каждом уровне экономической системы в результате деятельности рациональных агентов создается свой рациональный экономический порядок, который является результатом создания агентами оптимальных условий для их совместной деятельности в целях получения от нее максимальной индивидуальной выгоды. Рациональный экономический порядок, созданный на основе УИК, допускает ограниченную рациональность агентов (Саймон, 1993), и их оппортунистическое поведение (Уильямсон, 1993). Такие случаи являются возможными сценариями поведения индивидуальных агентов при формировании КММ и определения оптимальных настроек для УИК. Оппортунистическое поведение может встречаться при использовании общего УИК, например, путем вмешательства отдельных агентов в этот процесс.

Поскольку агенты анализируют в КММ информацию друг о друге, то, теоретически, у них есть возможность находить и устранять противоречивость в исходно распределенной информации, суммировать и взаимодополнять ограниченную информацию, а также выявлять случаи оппортунистического поведения. Одним из свойств УИК, которое он получил от КММ, является возможность агентов минимизировать воздействие всех этих факторов на результаты их совместной деятельности.

Наличие процедурной рациональности позволяет при некоторых условиях компенсировать случаи ослабления содержательной рациональности. Это вытекает из отмеченной выше возможности сохранения эффективности экономической системы при нарушении устойчивости связей первого уровня. Рассмотрим ослабление содержательной рациональности, например, вследствие нестабильности индивидуальных предпочтений агентов (Weizsäcker, 2005; Bronk, Beckert, 2022). С точки зрения традиционной экономической теории это означает невозможность достижения участниками совместной деятельности устойчивого равновесия между спросом и предложением. В контексте данной работы это соответствует отсутствию содержательного равновесия, т.е. отсутствие баланса между содержанием индивидуальной деятельности участников, что является признаком реализации агентами не полностью рациональных в текущих условиях решений на втором уровне связей в системе.

Вызываемые нестабильностью индивидуальных предпочтений проблемы теоретического описания и анализа поведения агентов и экономических систем могут быть разрешены при использовании предположения, что агенты обладают процедурной рациональности. Это предположение означает, что у агентов есть эффективные (в пределах их когнитивных возможностей и ограничений) процедуры для выбора нового содержания деятельности. То есть, агенты при каждом изменении предпочтений выполняют в УИК процедуры поддержания их деятельности в скоординированном состоянии. Таким образом нарушения содержательной рациональности, вызванные разными причинами, могут устраняться по мере их возникновения путем перекоординации совместной деятельности агентов.

В экономической теории следствием рациональности агентов является возникновение при определенных условиях равновесия в экономической системе. Отмеченное выше наличие у агентов двух видов рациональности при отсутствии критических возмущений приводит к возникновению двух видов равновесия:

- Процедурная рациональность агентов ведет к равновесию в процессе улучшения агентами характеристик координации. Равновесие в этих процессах, т.е. координационное или процедурное равновесие, означает невозможность получения агентами с помощью совершенствования настроек УИК большей выгоды без существенно большего роста затрат на координацию, вызванных этими действиями.
- Содержательная рациональность агентов, как это описывает мейнстрим экономической теории, ведет к равновесию в процессе уточнения агентами содержания их совместной деятельности. При косвенных коммуникациях этот случай соответствует рыночному равновесию между спросом и предложением.

Координационное равновесие является следствием стремления агентов создать для существующих для их совместной деятельности условий такой способ координации, который обеспечит максимальную выгоду от их деятельности при минимальных затратах на координацию. В этом случае прирост выгоды достигается, в том числе, за счет повышения полноты учета важных факторов. Это ведет к повышению сложности задачи координации, т.к. требует обработку и анализ большего количества информации. Усложнение задачи координации, в свою очередь, требует от агентов увеличения их вычислительных возможностей, что приводит к приросту затрат на координацию. Оптимальным решением<sup>8</sup> является вариант настроек УИК, при котором достигается равенство между приростом выгоды и приростом затрат на координацию.

#### 5.4. Концепция решения для метакоординации

Агенты в процессе координации стремятся максимизировать полноту учета важных факторов, информация о которых распределена между ними, и одновременно минимизировать свои затраты на координацию. Процедурная рациональность агентов побуждает их искать настройки и алгоритмы УИК, которые дадут максимальную общую выгоду от их совместной деятельности. Метакоординация агентов является способом решения этой задачи (Паринов, 2023в). Одной из процедур метакоординации является определение оптимальной конфигурации «интерфейса» УИК, т.е. определение комбинации основных вариантов коммуникаций между участниками, которые в совокупности дадут им максимальную полноту учета при минимальных затратах. Исходя из различий между вариантами коммуникаций в величинах переменных и постоянных затрат, хорошей концепцией решения для алгоритма метакоординации являются следующие правила выбора вариантов коммуникаций:

- а) использовать прямые коммуникации, связанные с высокими переменными затратами, только в ситуациях, или для отдельных операций в деятельности участников, или на определенных временных интервалах, когда возникают возмущения в условиях для совместной деятельности;
- б) для случая «а», но когда количество участников или другие факторы либо не позволяют, либо не требуют прямых коммуникаций, использовать косвенные коммуникации, т.к. они требуют меньше переменных затрат;

---

<sup>8</sup> Предполагаем для простоты существование единственного оптимального решения

- с) во всех остальных случаях использовать статичную КММ, созданную предшествующими коммуникациями, что требует минимальных переменных затрат.

Из этого алгоритма следует ряд выводов о поведении агентов в процессе метакоординации. Для получения максимальной общей выгоды агенты должны ограничить использование высоко затратных вариантов коммуникаций, например, прямых, только случаями, когда без этого снижается ожидаемая выгода агентов. Всегда, когда это не снижает общую выгоду, агенты должны обходиться без коммуникаций, используя статичную КММ. Реализация этих принципов проявляется как комбинирование агентами разных вариантов коммуникаций в используемом ими способе координации в целях максимизации общей выгоды. Микроуровневый анализ существующих в экономике механизмов координации «сеть», «иерархия» и «рынок» подтверждает этот теоретический вывод (Паринов, 2023а).

Подобная концепция решения для алгоритмов метакоординации позволяет обсудить некоторые практические приложения абстрактной модели индивида с УИК. На наш взгляд, особенно интересные приложения возможны при реализации УИК на базе современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Предположим, что в процессе использования УИК для координации некоторого вида совместной деятельности агенты при необходимости могут использовать описанный выше алгоритм для переключения между разными вариантами коммуникаций. И это возможно без существенного повышения затрат на координацию. Тогда, если возмущения в условиях для совместной деятельности отсутствуют, то агенты используют статичную КММ, т.е. опцию «с» из алгоритма. Если в определенный момент времени в процессе определенной операции совместной деятельности возмущения возникают, то участники автоматически переходят на использование опций «а» или «б». Когда возмущения прекращаются и их последствия устранены, то участники автоматически возвращаются к использованию опции «с», т.е. использованию статичной КММ. Такой адаптивный алгоритм использования вариантов коммуникаций и подстраивания настроек УИК под ситуацию с появлением возмущений представляет в определенном смысле идеальный способ координации. Он позволяет довести затраты на координацию до минимально возможного уровня, сохранив при этом максимально возможную полноту учета важных факторов.

Возможность реализации адаптивного алгоритма использования вариантов коммуникаций, который может быть создан при реализации УИК на базе ИКТ, позволяет, теоретически, отказаться от дискретного выбора между альтернативными организационными или институциональными структурами (Саймон, 1993). Если такой адаптивный алгоритм будет реализован, то агенты смогут для заданной совместной деятельности гибко и динамично менять способ координации и ее организационную структуру в целях получения максимальной выгоды при минимальных затратах на координацию.

## 5.5. Волны неравновесия в экономической системе

Отмеченная выше трехуровневая устойчивость экономических систем, образованных агентами с УИК, а также наличие у агентов процедурной рациональности позволяет описывать и исследовать поведение систем в ответ на поток возмущений, которые

выводят ее из содержательного равновесия. Актуальность такому анализу придает постепенный рост в реальной экономической среде количества и качества возмущений, воздействующих на каждого отдельного агента. Одной из причин роста интенсивности потока критических возмущений является ускорение научно-технического прогресса. Другая важная причина – усиление информационной связанности в современном обществе и, как следствие, расширение области влияния «локальных» возмущений, которые до появления современных ИКТ воздействовали на существенно меньшее количество агентов.

Предложенный подход позволяет анализировать функционирование экономической системы в условиях потока возмущений разной природы и интенсивности. Для упрощения анализа рассмотрим воздействие возмущений только как изменение индивидуальных предпочтений агентов в рамках их совместной деятельности.

Изменения в условиях для совместной деятельности агентов ведут, в том числе, к росту нестабильности индивидуальных предпочтений агентов (Weizsäcker, 2005; Bronk, Beckert, 2022). Индивидуальные предпочтения агентов в контексте использования ими некоторого способа координации соответствуют определенному состоянию возможностей и намерений каждого агента по отношению к его совместной деятельности с другими агентами. Появление в условиях для деятельности агента новых факторов, учет которых может привести к росту выгоды агента, могут менять его текущие возможности и намерения. Эти новые факторы могут возникать в состоянии самого агента. Например, получение новых навыков. Также они могут возникать в общей среде агентов. Например, различные инновации, новые возможности других участников, новые доступные ресурсы и т.п. Изменение предпочтений агентов, вызываемые этими факторами, могут проявляться при выборе содержания как их собственной деятельности, а также при выборе деятельности других агентов или созданных ресурсов, которые им необходимы для собственной деятельности.

Рассмотрим ситуацию, когда временной период стабильности предпочтения становится все более коротким, а доминирующей ситуацией становится неизвестность предпочтений агентов на сколько-нибудь продолжительный период времени. Отсутствие стабильности предпочтений означает невозможность достижения устойчивого равновесия в содержании деятельности агентов в системе, наблюдаемого, в частности, как выравнивание спроса и предложений участников совместной деятельности. Это приводит к увеличению времени, когда система находится вдали от равновесных состояний.

Участники совместной деятельности компенсируют рост нестабильности и неопределенности своих предпочтений увеличением частоты использования УИК для поддержания скоординированности своей деятельности. Каждое критическое возмущение в условиях для их совместной деятельности инициирует в УИК процедуру поиска и согласования нового содержания деятельности агентов в целях поддержания ее в скоординированном состоянии.

Между моментом времени, когда происходит изменение текущих предпочтений, и моментом возникновения равновесия в содержании совместной деятельности агентов существует несколько важных промежуточных этапов. Реализация каждого из этих

этапов занимает у агентов определенное время. Рассмотрим эти этапы с некоторыми упрощениями:

1. Момент времени  $t_1$ . Агенты закончили этап 1, связанный с формированием в УИК своих новых текущих предпочтений, на основе которых они далее выполняют процедуру определения нового содержания их совместной деятельности. При формировании своих предпочтений агенты в том или ином виде учитывают известные им через УИК предпочтения (намерения и возможности) других участников.
2. Момент времени  $t_2$ . Агенты в УИК закончили этап 2, состоящий в определении оптимального содержания совместной деятельности. Решение о содержании своей деятельности агенты приняли с учетом имеющейся в УИК информации об ожидаемой деятельности других агентов. В этот момент времени текущие предпочтения агентов соответствуют текущему содержанию их деятельности.
3. Момент времени  $t_3$ . Закончен этап 3, заключающийся в переводе выбранной агентами деятельности в режим практической реализации. Решение агентов о содержании их деятельности на основе их предпочтений, существовавших на момент времени  $t_1$ , в момент  $t_3$  начинает практически реализовываться. При косвенных коммуникациях предпочтения агентов в момент  $t_3$  проявляются в общей среде в виде определенной структуры их спроса и предложения, т.е. на этом этапе предпочтения агентов приобретают наблюдаемую форму.
4. Момент времени  $t_4$ . Закончен этап 4, связанный с согласованием объемов создаваемых ресурсов в рамках ранее сформировавшейся структуры. При косвенных коммуникациях это приводит к выравниванию объемов спроса и предложения. В системе возникает состояние содержательного равновесия.

Каждый из перечисленных этапов длится определенный интервал времени. Длительность этих интервалов зависит от варианта коммуникаций между агентами. За время реализации этих этапов в системе могут возникать новые возмущения, приводящие к изменению текущих предпочтений агентов. В этом случае предпочтения перестают соответствовать текущему содержанию деятельности и сложившейся структуре спроса-предложения в системе. Состояние равновесия в системе также может не соответствовать текущим предпочтениям агентов. В этом случае агенты должны повторять описанные выше процедуры 1-4 для приведения в соответствие результаты своей деятельности с новым вариантом предпочтений.

Таким образом, поток критических возмущений в системе, меняющих предпочтения агентов, порождает волнообразное распространение изменений от первого этапа до четвертого. Движение «волн» изменений в среде экономической системы создается последовательным выполнением процедур этапов 1-4 в ответ на каждое критическое возмущение. Характеристики потока критических возмущений определяют характер распространения и затухания «волн» изменений. В экономической системе в условиях, при которых «волны» изменений не успевают затухнуть до начала следующей «волны», возникают регулярные расхождения между содержанием этапов 1-4. Например, между текущими предпочтениями (этап 1), которые уже соответствуют изменившимся «возмущенным» условиям для совместной деятельности, и текущим содержанием деятельности агентов (этап 2), которая пока определяет структуру спроса-предложения (этап 3), соответствующую старым предпочтениям, и т.п.

Возникновение «волн», их периодичность, а также их другие характеристики в общем случае определяются следующими факторами:

- a) интенсивность критических возмущений (частота случайных возмущений в единицу времени);
- b) сложность задачи учета, которая для заданных вычислительных возможностей определяет количество времени, требуемое в УИК на вычисление содержания деятельности агентов, и которая может меняться агентами за счет изменения полноты учета важных факторов (Паринов, 2023б, с. 24);
- c) вычислительные возможности агентов, которые определяют время, за которое может быть решена задача учета в УИК и определено содержания деятельности, а также которые могут наращиваться агентами разными способами (Паринов, 2023б, с. 38).

Сочетание отмеченных факторов определяет характер расхождений между состоянием этапов 1-4 (предпочтениями, содержанием деятельности, структурой спроса-предложения, состоянием равновесия спроса-предложения). Эти расхождения, в свою очередь, определяют свойства экономической системы. При некоторых зависимостях между факторами «a-b-c» расхождения могут существовать между каждым этапом из 1-4. Такие случаи можно определить как сильное неравновесное состояние экономической системы. Аналогичным образом могут быть определены другие градации силы/слабости неравновесия в экономической системе.

Описанное волнообразное распространение возмущений происходит при всех вариантах коммуникаций между участниками. Однако для каждого варианта коммуникаций есть свои особенности в распространении возмущений. Рассмотрим только одну из особенностей: различия в количестве времени, которое для каждого варианта коммуникаций требуется для выполнения этапов 1-4. При прямых коммуникациях общая длительность всех этапов может быть небольшая, т.к. в живом общении агенты могут достаточно быстро выполнять процедуры этих этапов. При косвенных коммуникациях время выполнения этапов зависит, в том числе, от развитости сигнальной системы и общей среды в целом. При отсутствии коммуникаций, когда агенты используют ранее созданные КММ, время выполнения этапов 1-4 может быть очень большим. Поэтому такой способ координации, обычно, наиболее эффективно работает и используется для совместной деятельности при отсутствии или «запрете» возмущений.

Положения экономической теории, основанные на стабильности предпочтений, а также определенные для ситуации содержательного равновесия, выполняются в интервале времени  $t_4 - t_1$ , если за это время не происходят новые критические возмущения. В таком случае отсутствуют препятствия, чтобы структура спроса и предложения на этапе 4 находилась в соответствии с предпочтениями участников совместной деятельности на этапе 1. Однако при высокой интенсивности критических возмущений традиционная экономическая теория действует только на коротких интервалах времени, пока не нарушено соответствие между состоянием равновесия и предпочтениям агентов. В остальные моменты времени, когда по системе распространяются волны изменений и состояние равновесия не соответствует предпочтениям, как можно предположить, часть положений экономической теории не действуют. Следовательно, существует спрос на теорию, которая объясняет поведение экономической системы в условиях волнообразного распространения изменений в ее

среде и для далеких от содержательного равновесия состояний. Случаи координационного неравновесия в данной работе не рассматриваются.

## 5.6. Расширение экономической теории

Мейнстрим микроэкономической теории описывает как агенты (индивиды и фирмы) ищут способы максимизировать свои целевые функции, принимая решения о содержании своих процессов производства, распределения, обмена и потребления. Принятые агентами решения проявляются как определенное распределение ограниченных ресурсов среди участников экономики.

В предлагаемом исследовании на основе концепции индивида с УИК, обладающего двумя видами рациональности, традиционное описание микроэкономической задачи максимизации агентами их целевых функций дополняется:

- 1) описанием причинно-следственных связей и процедур, приводящих к возникновению из участников совместной деятельности экономической системы, свойства которой зависят от используемых вариантов коммуникаций;
- 2) описанием принципов создания и использования некоторого инструмента, названного универсальным инструментом координации, с помощью которого участники совместной деятельности максимизируют свои целевые функции и определяют поведение соответствующих экономических систем.

С таким дополнением микроэкономическая задача максимизации целевых функций расширяется появляющимися в УИК возможностями агентов динамически переопределять все условия максимизации целевой функции, включая содержание самой функции. Это позволяет описывать как агенты учитывают меняющиеся возможности и намерения участников их совместной деятельности, в частности, в результате возникновения возмущений.

Такая расширенная постановка микроэкономической задачи естественным образом сводится к традиционной, если в состоянии агентов и в их общей среде не возникает критических возмущений. В таких условиях у агентов отсутствует необходимость пересмотра уже полученного решения максимизации их целевых функций. С другой стороны, расширенная постановка позволяет рассматривать условия сохранения эффективности экономической системы при возникновении критических возмущений. Например, в условиях нестабильности индивидуальных предпочтений агентов.

Саймон писал: «Процессы принятия решений ... существуют внутри человеческих голов. Они подвержены изменениям с каждым изменением того, что знают люди, и с каждым изменением в их средствах вычислений» (Simon, 1976, p. 84). Развиваемые в данном исследовании представления о принятии решений, которые приводят к возникновению и функционированию экономических систем, полностью относятся к процессам, которые происходят в сознании людей. Харари называл похожее состояние ментальной связанности между людьми «воображаемым порядком»: «мы верим в тот или иной порядок не потому, что он совпадает с объективной истиной, но потому, что эта вера позволяет нам эффективно взаимодействовать и преобразовывать общество в лучшую сторону» (Харари, 2020, с. 138).

Как отмечалось в разделе 2.5, содержание КММ агентов, которое можно назвать их «ментальным миром» агентов, является результатом индивидуального

психологического отражения агентом реального мира и обмена этими отражениями друг с другом. Результатом действий каждого агента в ментальном мире является формирование в некотором смысле оптимального плана, который агенты пытаются реализовать в реальном мире. На основе полученного опыта от реализации этого плана агенты корректируют и улучшают как содержание всего ментального мира, так и плана действий в целях получения большей реальной выгоды от их деятельности в реальном мире. Таким образом, результаты и характеристики экономической деятельности, включая, например, ее эффективность, определяются успешностью деятельности агентов как в ментальном мире, так и в реальном.

На основе анализа наблюдаемых процессов реального мира традиционная экономическая теория пытается угадать устройство ментального мира, и действующие в нем причинно-следственные связи. Это необходимо для создания полной и логически не противоречивой картины взаимосвязанных факторов и процессов, определяющих решения и действия агентов в реальном мире. Одно из предложений для улучшения представления ментального мира в экономической теории заключается в создании теории рациональности процедуры: «Если экономическая теория стремится к тому, чтобы объяснить поведение в этих условиях, характерных для современной общественной жизни и деятельности организаций, она должна будет посвятить основные усилия созданию теории рациональности процедуры, дополняющей существующие теории рациональности выбора» (Саймон, 1993, с. 37).

В данной работе характерными для современной общественной жизни и деятельности организаций считается, как и у Саймона, рост неопределенности, вызванный повышением интенсивности возмущений в условиях для совместной деятельности агентов. Предложенный в данном исследовании подход рассматривает во взаимосвязи содержательную и процедурную рациональность. Под процедурой здесь понимается использование УИК для создания способов координации для разных видов совместной деятельности агентов. Предложенное в данной работе системное включение понятия процедурной рациональности в представления об экономической системе углубляет представления о картине экономического мира, расширяет границы экономической теории и может претендовать на дополнение существующих теорий рационального выбора, о необходимости которой писал Саймон.

Текущие границы экономической теории в настоящее время в большинстве случаев, понимаются следующим образом: «Экономическая теория ... изучает процесс распределения ограниченных ресурсов между множеством конкурирующих целей» (цит. по Саймон, 1993, с. 16). За счет включения в экономический анализ индивидов, обладающих УИК, можно определить экономическую теорию более широко. Например, как теорию, которая изучает процесс создания индивидами способов учета деятельности друг друга и образования экономических систем ради получения максимальной выгоды в условиях стохастических возмущений. В такой трактовке текущее содержание экономической теории, как изучение процесса распределения ограниченных ресурсов между конкурирующими целями, является частным случаем, который имеет место при косвенных коммуникациях между участниками совместной деятельности.

## 6. Заключение

Данное исследование развивает идею, что все участники совместной деятельности обладают универсальным инструментом координации, состоящим из коллективной ментальной модели, формируемой и актуализируемой за счет коммуникаций между ними. С помощью этого инструмента участники получают и используют распределенную между ними информацию (Хайек, 1993) в целях наилучшего учета деятельности друг друга. На этой основе создана концепция экономического индивида с универсальным инструментом координации, обладающего как содержательной, так и процедурной рациональностью (Саймон, 1993). Поскольку данная концепция описывает процесс сбора и обработки распределенной информации в коллективных ментальных моделях, создаваемых агентами, то это допускает ограниченную рациональность агентов и их оппортунистическое поведение (Уильямсон, 1993).

Рациональные индивиды с УИК стремятся максимизировать выгоду от их совместной деятельности. Размер выгоды участников зависит, в том числе, от полноты учета важных для их совместной деятельности факторов, информация о которых распределена между ними. Повышение полноты учета важных факторов повышает затраты агентов на коммуникации и анализ информации. Рост этих затрат снижает общую выгоду агентов. Использование УИК рациональными агентами означает поиск оптимальных настроек УИК, при которых агенты имеют максимальную общую выгоду от их совместной деятельности при минимальных затратах.

УИК с настройками рассматривается как особая имитационная модель. Блок «интерфейс» этой модели создает для агентов общую информационную среду. Блок «вычислитель» позволяет каждому агенту определять содержание его деятельности с учетом ожидаемой деятельности остальных участников. Показано, что универсальный инструмент координации выполняет свои функции при всех основных вариантах коммуникаций между участниками совместной деятельности.

Концепция индивида с УИК расширяет границы микроэкономической теории. Традиционная для микроэкономики задача максимизации целевой функции агентов решается в этом случае в составе более общей задачи. В рамках этой общей задачи агенты сначала для существующих ограничений определяют настройки УИК, при которых они имеют максимальную ожидаемую выгоду от их совместной деятельности при минимальных затратах на координацию. Затем, на основе УИК с настройками агенты вычисляют содержания деятельности каждого. Размер ожидаемой выгоды в этом случае вычисляется в процессе решения, по сути, традиционной микроэкономической задачи, в которой целевые функции агентов, и все остальные параметры и ограничения в определенном виде возникают и определяются внутри блока «вычислитель» УИК в процессе имитаций агентами возможных вариантов их деятельности.

Экономические индивиды с УИК обладают системообразующими свойствами. Использование УИК с одинаковыми настройками участниками некоторого вида совместной деятельности создает между ними взаимозависимости, которые превращают их в экономическую систему. С точки зрения традиционной экономической теории такие системы соответствуют определенным организационным или институциональным структурам. Наблюдаемые свойства таких систем/структур определяются вариантом коммуникаций, который доминирует в настройках УИК. Так, например, свойства команд или небольших фирм, которым часто описывают как организационные структуры типа «сеть», определяются прямыми коммуникациями

между их участниками. Свойства иерархических структур являются следствием прямых коммуникаций, в которых участники-исполнители делегировали свои права принимать решение о содержании деятельности участникам-менеджерам. Важные свойства рыночных структур определяются косвенными коммуникациями. Свойства институциональных структур вытекают из использования агентами результатов предшествующих коммуникаций в виде заранее сформированных статичных КММ.

Стремление агентов к максимальной полноте учета важных факторов при минимальных затратах на координации приводит к формированию в организационных и институциональных структурах сложных комбинаций вариантов коммуникаций. Например, в структурах типа «сеть» агенты для снижения затрат могут использовать во всех случаях, когда это можно, статичные КММ и косвенные коммуникации (Паринов, 2023а, с. 10). В рыночных структурах агенты, с одной стороны, для снижения затрат используют, если это возможно, статичные КММ, а с другой – когда есть возможность, используют прямые коммуникации для повышения полноты учета важных факторов (Паринов, 2023а, с. 20). Состав созданных таким образом комбинаций вариантов коммуникаций может динамически меняться агентами в зависимости от изменения условий для совместной деятельности и от характера возмущений.

Экономическая система, рассматриваемая как множество участников совместной деятельности, связанных между собой общим УИК, обладает тремя уровнями поддержания устойчивости: 1) агенты стремятся придерживаться вычисленного содержания совместной деятельности, т.к. при отсутствии возмущений это обеспечивает им максимальную выгоду от их деятельности; 2) если возникают возмущения в условиях для совместной деятельности, то при отсутствии возмущений в условиях для работы УИК агенты используют существующий общий УИК для коррекции содержания совместной деятельности и поддержания ее в скоординированном состоянии; 3) если возникают возмущения в работе УИК, то агенты используют метакоординацию для корректировки и адаптации общего УИК к новым условиям.

В поведении экономических индивидов с УИК, которое направлено на сохранение устойчивости экономической системы, проявляется процедурная рациональность (Саймон, 1993) при поддержании устойчивости на 3-м уровне, и содержательная рациональность при поддержании устойчивости на 2-м уровне. Процедурная рациональность ведет агентов к поиску настроек УИК, которые дают максимальную ожидаемую выгоды от их совместной деятельности при минимальных затратах на координацию. Содержательная рациональность выбора, в данном случае, мотивирует агентов к использованию общего УИК для выбора содержания деятельности, которое наилучшим образом учитывает деятельность друг друга в целях получения максимальной выгоды.

Два вида рациональности агентов проявляются как стремление экономической системы к двум видам равновесия. Содержательная рациональность при отсутствии возмущений обеспечивает возникновение равновесия в индивидуальном содержании совместной деятельности всех участников, которое в традиционной микроэкономике соответствует равновесию спроса и предложения в системе. Процедурная рациональность при отсутствии возмущений ведет к координационному равновесию, при котором общий УИК имеет настройки, изменение которых ведет к ухудшению характеристик координации и снижению ожидаемой общей выгоды агентов.

Одной из разновидностей возмущений, которые могут возникать в экономических системах, является нестабильность индивидуальных предпочтений агентов. Предлагаемый подход позволяет определять условия сохранения системой экономической эффективности при нестабильности предпочтений агентов. Например, последствия возмущений преодолеваются перекоординацией деятельности участников, что восстанавливает баланс между спросом и предложением при каждом изменении предпочтений участников совместной деятельности.

Анализ соотношения между, с одной стороны, затратами времени на учет изменившихся предпочтений и, с другой, интенсивностью изменений в предпочтениях позволяет описать распространение в экономической системе «волн» возмущений. При разных характеристиках этих «волн» экономическая система может иметь разные состояния неравновесия и сохранять разную степень эффективности.

В действующей экономической теории экономическая проблема общества связана с фундаментальной проблемой дефицита, когда ограниченные ресурсы должны быть эффективно распределены для удовлетворения неограниченных желаний и потребностей. Для решения этой проблемы общество должно на основе анализа распределенной информации сделать выбор относительно того, какие товары и услуги производить, как их производить и для кого они производятся. Это ключевая концепция экономической теории для объяснения процессов принятия решений на индивидуальном, организационном и общественном уровнях.

Результаты данного исследования позволяют расширить и обобщить понимание экономической проблемы общества: это – проблема поддержания максимальной полноты учета распределенного знания с минимальными затратами в условиях потока возмущений. Средством решения этой проблемы является УИК. Результатом решения этой проблемы является определение агентами содержания их совместной деятельности, в котором наилучшим образом и с минимальными затратами учитываются возможности и намерения каждого. Такая постановка позволяет более полно описывать процессы принятия экономических решений, включая выбор способов координации.

Появление возмущений, приводящих к нарушению равновесия спроса-предложения в экономической системе, является естественным неустранимым процессом. В этих условиях решением экономической проблемы общества является создание механизмов, которые максимально быстро и с минимальными затратами возвращают экономическую систему к равновесию. Для этого требуется создать эффективные способы координации, которые позволят максимально быстро восстанавливать равновесие в содержании совместной деятельности агентов, а также эффективный механизм метакоординации, который обеспечит совершенствование способов координации.

Современные ИКТ изменили структуру затрат, связанных с коммуникациями и вычислениями (Паринов, 2022), что открывает новые возможности в конструировании более эффективных механизмов метакоординации, способов координации, и, как следствие, более эффективных организационных и институциональных структур.

## Литература

Автономов, В. (2020). В поисках человека: очерки по истории и методологии экономической науки / под ред. Е.А. Рязанцевой.—М.; СПб: Изд-во Института Гайдара; Факультет свободных искусств и наук СПбГУ, 2020.— 680 с.

Измалков С., Сонин К., Юдкевич М. Теория экономических механизмов // Вопросы экономики. 2008. № 1. С. 4–26.

Коуз Р. (1995). Природа фирмы // Теория фирмы / Под ред. В. М. Гальперина — СПб.: Экономическая школа, 1995. — С. 11–32. — Серия «Вехи экономической мысли»

Паринов, С.И. (2022). Новые подходы к совершенствованию механизмов координации. // Форсайт, 16(4), 82–89. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2022.4.82.89>

Паринов, С.И. (2023а). Микроуровень процессов экономической координации. // Вопросы экономики. 2, 127-144. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2023-2-127-144> (препринт - [https://www.researchgate.net/publication/368323194\\_Micro\\_level\\_of\\_economic\\_coordination\\_processes](https://www.researchgate.net/publication/368323194_Micro_level_of_economic_coordination_processes))

Паринов, С.И. (2023б). К конструированию механизмов экономической координации. // Вопросы экономики, 9:121-137. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2023-9-121-137> (препринт в Munich Personal RePEc Archive - <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/117347/1/coordination-mechanism-design-3.pdf>)

Паринов, С.И. (2023в). Фундаментальный процесс социально-экономической координации и метакоординация. Препринт в Munich Personal RePEc Archive. [https://mpra.ub.uni-muenchen.de/118985/1/MPRA\\_paper\\_118985.pdf](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/118985/1/MPRA_paper_118985.pdf)

Саймон, Г.А. (1993). Рациональность как процесс и продукт мышления. THESIS, вып. 3, с. 16-38.

Уильямсон, О. (1993). Поведенческие предпосылки современного экономического анализа. Thesis, 1(3), 39.

Уильямсон О. (1996). Экономические институты капитализма: Фирмы, рынки, «отношенческая» контрактация / Пер. с англ. — СПб.: Лениздат; CEV Press, 1996. — 702 с.

Харари, Ю. Н. (2020). Sapiens. Краткая история человечества. Litres. [Пер. с англ. — Harari, Y. N. (2014). Sapiens: A brief history of humankind. Random House]

Badke-Schaub, P., Neumann, A., Lauche, K., & Mohammed, S. (2007). Mental models in design teams: a valid approach to performance in design collaboration? // CoDesign, 3(1), 5-20.

Bronk, R., & Beckert, J. (2022). The instability of preferences: Uncertain futures and the incommensurable and intersubjective nature of value (s). Max Planck Institute for the Study of Societies, Discussion Paper 22/1.

- Cohen, P. R., Levesque, H. J., & Smith, I. A. (1997). On team formation. *Synthese Library*, 87-114.
- Craik, K. J. W. (1967). *The nature of explanation* (Vol. 445). CUP Archive.
- Denzau, A. T., & North, D. C. (1994). Shared mental models: ideologies and institutions. *Kyklos*, 47(1), 3-31.
- Hayek, F. A. V. (1945). The use of knowledge in society. *The American Economic Review* 35:44, 518-530, 1945.
- Hindriks, K. V., & Van Riemsdijk, M. B. (2009). A computational semantics for communicating rational agents based on mental models. In *International Workshop on Programming Multi-Agent Systems* (pp. 31-48). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Hurwicz, L. (1973). The design of mechanisms for resource allocation. *The American Economic Review*, 63(2), 1-30.
- Hurwicz, L., & Reiter, S. (2006). *Designing economic mechanisms*. Cambridge University Press.
- Jones, N. A., H. Ross, T. Lynam, P. Perez, and A. Leitch. (2011). Mental models: an interdisciplinary synthesis of theory and methods. *Ecology and Society* 16(1): 46
- Johnson-Laird, P. N. (1980). Mental models in cognitive science. *Cognitive science*, 4(1), 71-115.
- Jonker, C., van Riemsdijk, M., & Vermeulen, B. (2011). Shared mental models. A conceptual analysis. In *Coordination, Organizations, Institutions, and Norms in Agent Systems VI*, 132-151.
- Klein, G., Feltovich, P. J., Bradshaw, J. M., & Woods, D. D. (2005). Common ground and coordination in joint activity. *Organizational simulation*, 53, 139-184.
- Mantzavinos, C., North, D. C., & Shariq, S. (2004). Learning, institutions, and economic performance. *Perspectives on politics*, 2(1), 75-84.
- Salas, E., Sims, D. E., & Burke, C. S. (2005). Is there a “big five” in teamwork?. *Small group research*, 36(5), 555-599.
- Simon, H. A. (1976). From substantive to procedural rationality. In *25 years of economic theory: Retrospect and prospect* (pp. 65-86). Boston, MA: Springer US.
- Simon, H. A. (1986). Rationality in psychology and economics. *Journal of Business*, S209-S224.
- von Weizsäcker, C. C. (2005). *The welfare economics of adaptive preferences*. MPI Collective Goods Preprint, (2005/11).