



Munich Personal RePEc Archive

Economic coordination as a coordinating behavior of human agents

Parinov, Sergey

CEMI RAS

1 March 2022

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/112190/>
MPRA Paper No. 112190, posted 03 Mar 2022 23:47 UTC

Economic coordination as a coordinating behavior of human agents

Sergey Parinov¹, CEMI RAS

2022.03.01

Abstract: This study is based on the hypothesis that human's natural abilities to take into account the activities of other people manifest themselves as a coordinating behavior, which in the economy is realized in the form of a purposeful coordinating activity of human agents. The instrument of coordination, in this case, is the individual and collective mental models of the agents, which concept is being developed by the Cognitive Science. Coordinating activity is the fundamental process of coordination and is present in all coordinating economic systems. On this methodological basis, an approach is proposed that explains the content of coordination processes in the economy, and the formation of a hybrid structure from the forms of coordination. By creating coordination processes, agents seek to maximize the gain from their joint activities. As a result, a certain structure is formed in the economy from the main forms of coordination: contractual (network), hierarchical, stigmergy, and a form based on rules. The features of these main forms of coordination are considered, including the conditions for the emergence of hybrid forms. It has been established that the market coordination process is a symbiosis of the main forms of coordination working together as a complex hybrid. An analysis of the properties of the system of economic coordination processes showed that they critically depend on the nature of communications between the participants in joint activities and on their "computational capabilities". The transfer of agent communications to the virtual environment of the information and communication technologies and the use of computers to increase the calculation capabilities of the agents for coordinating their activities can lead to a partial merger of the main forms of coordination, as well as to the creation of coordination processes without the use of a monetary and financial system. The social significance of research and development aimed at improving the processes of economic coordination is discussed as one of the most important current tasks of mankind. A possible research program is being considered to scientifically support this new mankind task.

Keywords: coordinating behavior, coordinating activity, mental model, content of economic coordination, structure of coordination processes, properties of the coordination system, improvement of the coordination system, mankind task, research program

JEL: P0, O1, O3

¹ Sergey Parinov, Doctor of Sciences, Chief researcher of the Central Economics and Mathematics Institute of RAS, Moscow, Russia, sparinov@gmail.com, [orcid: 0000-0001-8333-2657](https://orcid.org/0000-0001-8333-2657)

Экономическая координация как результат координирующего поведения агентов

Паринов С.И.², ЦЭМИ РАН

2022.03.01

Аннотация: Данное исследование основывается на гипотезе, что имеющиеся у человека природные способности учитывать деятельность других людей проявляются как координирующее поведение, которое в экономике реализуется в виде целенаправленной координирующей деятельности. Инструментом координации являются индивидуальные и коллективные ментальные модели агентов, представления о которых развиваются в когнитивных науках. Координирующая деятельность является фундаментальным процессом координации и присутствует во всех координируемых экономических системах. На этой методологической базе предложен подход, объясняющий содержание процессов координации в экономике, и формирование под воздействием максимизирующего поведения агентов гибридной структуры из форм координации. Создавая процессы координации, агенты стремятся максимизировать выигрыш от их совместной деятельности. В результате этого в экономике формируется определенная структура из основных форм координации: договорная (сетевая), иерархическая, стигмергия, и форма, основанная на правилах. Рассмотрены особенности применения агентами этих основных форм координации для согласования экономической деятельности, в том числе, условия для возникновения гибридных форм. Установлено, что процесс рыночной координации является симбиозом основных форм координации. Анализ свойств системы процессов экономической координации показал, что они критическим образом зависят от характера коммуникаций между участниками совместной деятельности и от их вычислительных возможностей. Перенос коммуникаций агентов в виртуальную среду информационно-коммуникационных технологий и использование компьютеров для повышения скорости вычислений в задачах согласования деятельности может привести к частичному слиянию основных форм координации, а также к созданию процессов координации без использования денежно-финансовой системы. Обсуждается общественная значимость исследований и разработок, направленных на совершенствование процессов координации, в качестве одной из важнейших задач человечества. Рассматривается возможная исследовательская программа для научной поддержки этих усилий.

Ключевые слова: координирующее поведение, координирующая деятельность, ментальная модель, содержание экономической координации, структура процессов координации, свойства системы координации, совершенствование системы координации, задача человечества, научная программа

JEL: P0, O1, O3

² Паринов Сергей Иванович, д.т.н., гнс, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, sparinov@gmail.com, orcid: 0000-0001-8333-2657

Оглавление

| | |
|---|-----------|
| 1. Введение | 3 |
| 2. Координирующее поведение и координирующая деятельность агентов..... | 6 |
| 3. Особенности экономической деятельности и проблемы ее координации..... | 11 |
| 4. Содержание и структура процессов координации в экономике | 13 |
| 5. Свойства системы взаимосвязанных процессов координации в экономике..... | 18 |
| 5.1. Стигмергия..... | 20 |
| 5.2. Иерархическая и договорная формы | 21 |
| 5.3. Виртуальная среда | 23 |
| 5.4. Цифровизация информационных образов | 23 |
| 5.5. Изменения в процессах координации..... | 24 |
| 5.6. Институт прав на РПЖ | 26 |
| 6. Научный вызов: осознанное развитие экономической координации | 27 |
| 7. Заключение..... | 28 |
| Благодарности | 29 |
| Литература | 29 |

1. Введение

В научной литературе отмечается, что наблюдаемое разнообразие процессов координации не покрывается совокупностью известных теоретически описанных моделей координации (Власова и Молокова, 2019). Отсутствуют представления об универсальном механизме координации, который определенным образом воплощен в каждой форме координации (Crowston и др., 2015, стр. 29). В предлагаемом исследовании обосновывается, что эти недостатки могут быть ослаблены или устранены полностью, если рассматривать процессы координации на поведенческом уровне отдельных агентов, используя наработки когнитивных наук. В частности, предлагается использовать концепцию ментальной модели агента, включая коллективную ментальную модель агентов, ведущих совместную деятельность. Данная концепция представлена в работах (Johnson-Laird, 1980; Mantzavinos и др., 2004; Badke-Schaub и др., 2007) и др. См. обзор в (Паринов, 2020, с. 6-11). В этих исследованиях отмечается, что «главный эффект существования коллективных ментальных моделей (shared mental models) ... состоит в координации индивидуальных деятельностей на поведенческом уровне» (Mantzavinos и др., 2004).

Гипотеза об использовании экономическим агентам ментальных моделей для координации их индивидуальных деятельностей позволяет предположить, что экономическим агентам присуще координирующее поведение, которое основана на природной способности людей учитывать деятельность других людей в своей деятельности (Паринов, 2020, с. 13). Эти природные способности проявляются в следующих видах:

- 1) способность людей договариваться друг с другом в процессе прямого обмена информацией между собой, т.е. в данном случае люди могут договариваться о совместных действиях (кто делает что и в какой последовательности) в процессе прямых коммуникаций;
- 2) способность людей определять содержание своей деятельности в процессе наблюдения за деятельностью друг друга в общей среде жизнедеятельности, т.е. люди учитывают в своей деятельности деятельность других людей в процессе косвенных коммуникаций;
- 3) способности людей определять содержание своей деятельности на основе следования общим правилам поведения, т.е. люди устанавливают некоторые общие правила и следуют им, что позволяет им осуществлять согласованные действия даже при отсутствии как прямых, так и косвенных коммуникаций между ними.

В экономике на основе координирующего поведения агентов, реализуемого благодаря перечисленным выше способностями, возникает целенаправленная координирующая деятельность, целью которой является согласование агентами их экономической деятельности для получения от нее максимально возможной выгоды.

Координирующая деятельность (КД) состоит из определенных элементов, различные сочетания которых позволяют создавать конфигурации КД (Паринов, 2021, с. 13-19). Некоторые из этих конфигураций являются наиболее успешными для координации распространенных в экономике видов совместной деятельности агентов. Такие наиболее часто используемые в экономике конфигурация КД мы называем основными формами координации. В их число входят: договорная (сетевая), иерархическая, стигмергия, а также форма, основанная на правилах. Агенты в своей деятельности могут использовать различные сочетания основных форм координации, если это позволяет им получить больше выгоды от совместной деятельности.

Эмпирически найденные агентами сочетания форм координации, позволяющие им получить максимально возможную выгоду от их совместной деятельности, являются основой для процессов координации экономической деятельности. В целях единообразного использования всеми агентами экономики процессов координации эти процессы получают институциональное закрепление, что порождает механизмы координации.

Из данного представления процессов координации в экономике вытекает важный исследовательский вопрос: в результате действия каких факторов в экономике сложилась существующая структура процессов координации, а также какие взаимозависимости действуют между отдельными элементами этой структуры? В научной литературе, как отмечено выше, на этот вопрос пока нет полностью удовлетворительного ответа.

Для ответа на поставленный вопрос необходимо рассмотреть особенности экономической деятельности и вытекающие из них проблемы координации в экономике. Данное рассмотрение основано на следующих гипотезах, которые подробно рассмотрены в (Паринов, 2020, с. 11-18):

1. Деятельность экономических агентов направлена на получение ими ресурсов для поддержания их жизненных сил (РПЖ);
2. Стохастическая природа среды жизнедеятельности определяет стремление агентов к получению максимально возможного РПЖ;

3. Агенты получают при прочих равных условиях дополнительный РПЖ за счет развития их специализации и разделения труда. Из этого вытекает, что агенты заинтересованы в вовлечении в систему разделения труда (СРТ) максимально возможного количества участников;

4. Экономическая деятельность в упрощенном виде состоит из процесса производства РПЖ и его распределения между всеми участниками.

Из этих предположений вытекает, что агентам нужен такой процесс координации их совместной экономической деятельности, который позволяет: а) согласовывать ее для всех участников СРТ как в части производственной, так и распределительной совместной деятельности; б) получать агентам максимально возможный выигрыш от их совместной деятельности, который складывается из их доли в коллективно созданном РПЖ, а также из реализации агентами их индивидуальных намерений и возможностей по отношению к их совместной деятельности с другими агентами.

Одна из проблем создания такого процесса координации экономической деятельности состоит в том, что отмеченные выше природные способности агентов к координирующей деятельности в их исходном виде и при текущем уровне развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) не работают для экономики с очень большим количеством агентов в СРТ и динамичной средой жизнедеятельности, характеризующейся высокой интенсивностью происходящих в ней изменений (Паринов, 2020, с. 15; Паринов, 2021, с. 19). Например, согласование на прямых коммуникациях, к которым относятся формы координации сетевая (договорная) и иерархическая, работает успешно только для сравнительно небольшого количества агентов (Паринов, 2020, с. 20), но не применимо для СРТ в целом. Согласование на косвенных коммуникациях, теоретически, работает для СРТ, но не работает для случаев, когда результаты совместной деятельности не разложимы на вклады участников. Согласование на основе правил не работает в динамической среде жизнедеятельности. Рыночный процесс координации в данном списке не упоминается, т.к. далее обосновывается, что он является гибридом из уже перечисленных форм координации.

Рассматривается, что теоретическим решением этой проблемы координации для экономики является переход к использованию оборота прав на РПЖ вместо распределения и обмена фактического РПЖ. В реальной экономике эту функцию выполняет глобальная денежно-финансовая система (Паринов, 2021, с. 22). Появление в экономике института прав на РПЖ, требует определенных дополнительных затрат, но приводит к возникновению разложимой на вклады участников производственной деятельности, что открывает возможность использовать для ее согласования косвенные коммуникации.

С появлением института прав на РПЖ косвенные коммуникации позволяют успешно согласовывать совместную деятельность для всех участников СРТ, но делают это в упрощенном виде. Неучтенные при этом возможности и намерения агентов по отношению к их совместной деятельности с другими агентами могут быть задействованы созданием дополнительных видов деятельности, координируемых формами согласования, обеспечивающие более полный учет возможностей и намерений агентов (Паринов, 2021, с. 31-32). Такими формами являются сетевая (договорная) и иерархическая. При этом, эти дополнительные формы встраиваются в работу основной формы координации для СРТ и образуют с ней единый жестко связанный комплекс процессов координации в экономике, позволяющий агентам получать максимально возможный выигрыш от их совместной деятельности.

Анализ свойств системы процессов экономической координации в целом показывает, что они критическим образом зависят от характера коммуникаций между участниками совместной деятельности и от их вычислительных возможностей. Перенос коммуникаций агентов в виртуальную среду информационно-коммуникационных технологий и использование компьютеров для повышения скорости вычислений в задачах согласования деятельности может привести к частичному слиянию основных форм координации, а также к созданию процессов координации без использования денежно-финансовой системы. В этом контексте в работе обсуждается общественная значимость исследований и разработок, направленных на совершенствование процессов координации, в качестве одной из важнейших задач человечества. Рассматривается возможная исследовательская программа для научной поддержки усилий по решению этой задачи.

В разделе 2 обсуждается координирующее поведение и вытекающая из него целенаправленная координирующая деятельность экономических агентов, имеющая определенное множество конфигураций. В разделе 3 обсуждаются особенности экономической деятельности, которые приводят к выбору агентами определенных конфигураций координирующей деятельности в целях максимизации выгоды от их совместной деятельности. В разделе 4 рассматривается комплекс факторов, определяющих содержание процессов координации в экономике, а также обсуждается логика формирования структуры процессов координации для совместной экономической деятельности агентов. В разделе 5 анализируются свойства системы процессов координации в целом, включая перспективы их изменения в результате цифровой трансформации КД. В разделе 6 обсуждается общественная значимость задачи совершенствования процессов координации как одна из важнейших задач человечества. Рассматривается возможная исследовательская программа для научной поддержки решения этой задачи. В заключении перечислены основные результаты исследования и представлены возможные направления их развития.

2. Координирующее поведение и координирующая деятельность агентов

Введение понятия «координирующее поведение» агентов позволяет улучшить понимание процессов координации в экономике. Мы рассматриваем координирующее поведение как использование агентами их природных способностей учитывать действия других агентов, используя для этого их способности: а) договариваться в процессе прямых коммуникаций друг с другом; б) определять содержание своей деятельности в процессе косвенных коммуникаций, т.е. путем наблюдения за деятельностью других агентов; в) следовать общим правилам поведения, что позволяет агентам осуществлять согласованные действия даже при отсутствии как прямых, так и косвенных коммуникаций.

В такой постановке данное исследование можно отнести к поведенческой экономике (Thaler, 2016), т.к. мы рассматриваем координирующее поведение, как один из видов экономического поведения агентов. Традиционная проблематика поведенческой экономики, связанная с учетом социальных, эмоциональных, психологических и других факторов, влияющих на деятельность экономических агентов и на порождаемые ими экономические процессы (Mullainathan & Thaler, 2000; Thaler, 2016), в нашем исследовании дополняется учетом еще одного вида экономического поведения агентов – координирующего, а также анализом влияния этого поведения и связанных с ним факторов на процессы координации в экономике.

Движущей силой и главной мотивацией координирующего поведения людей является возможность получить дополнительную выгоду от учета деятельности других людей в своей деятельности. В общем случае, координирующее поведение позволяет увеличить

выгоду людей от их деятельности, превращая эту деятельность в совместную и согласованную. Координирующее поведение, как природная способность, развивается и превращается агентами в целенаправленную координирующую деятельность, позволяющую им получать дополнительную выгоду от их совместной экономической деятельности. Координирующая деятельность присутствует во всех координируемых системах и в этом качестве является фундаментальным процессом координации.

Инструментом координирующей деятельности являются индивидуальные и коллективные ментальные модели людей, представления о которых развиваются в когнитивных науках (Johnson-Laird, 1980; Mantzavinos и др., 2004; Badke-Schaub и др., 2007). Ментальные модели участников совместной деятельности определяются в научной литературе следующим образом: «Взаимодействуя с окружающей средой, с другими людьми и с артефактами технологий, люди развивают внутренние ментальные модели самих себя и вещей, с которыми они взаимодействуют. Эти модели обеспечивают предсказательную и объяснительную силу для понимания этих взаимодействий» (Badke-Schaub и др., 2007). Объединение индивидуальных ментальных моделей агентов в коллективную ментальную модель группы агентов означает создание «структуры знаний, которыми владеют члены команды, которые позволяют им формировать точные объяснения и ожидания для задачи и, в свою очередь, координировать свои действия и адаптировать свое поведение к требованиям задачи и других членов команды» (Badke-Schaub и др., 2007).

В экономике координирующая деятельность имеет различные формы и конфигурации, приспособленные для успешного выполнения своей функции к различным видам экономической деятельности. Рассмотрим примеры, иллюстрирующие наиболее часто применяемые в экономике формы координации.

Пример 1. Координация между членами семьи по поводу их совместной экономической деятельности, или между членами бригады рабочих, преследующих экономические цели. Данная координация возникает как результат достижения договоренности «кто делает что и в какой последовательности» в процессе прямого обмена информацией типа «все со всеми» между участниками совместной деятельности. Главная особенность этой формы – участники совместной деятельности находятся в процессе прямых коммуникаций, позволяющих им поддерживать постоянное обсуждение их совместной деятельности в ответ на динамические изменения в ее условиях, уточняя и корректируя свои исходные договоренности по поводу участия каждого в этой деятельности.

В литературе данная форма часто называется сетевой формой координации (Powell, 1991), сетевым управлением (Provan and Kenis, 2008) или взаимным согласованием (Weigand et al., 2003). В (Паринов, 2002) отмечается, что хотя название «сетевая» является практически общепринятым в научной литературе, но оно не совсем точно выделяет специфику этой формы, т.к. все формы координации являются отношениями между агентами, которые могут быть представлены сетью связей определенного вида. Adler (2001) упоминает, что эта форма возникает в сообществах и основывается на доверии. Доверие, в данном случае, он определяет как «субъективную вероятность, с которой субъект оценивает, что другой субъект или группа субъектов выполнит конкретное действие» (Adler, 2001). Полтерович (2018) указывает, что эта форма координации представляет собой сотрудничество, основанное на согласованном принятии решений. Ниже мы используем для этого случая название «договорная» форма координации, т.к., на наш взгляд, данное название точнее всего передает суть этой формы и ее отличие от других.

Пример 2. Агенты-исполнители делегируют агентам-руководителям право принимать решение о содержании их деятельности. Координации возникает, когда руководитель с помощью прямого обмена информацией с исполнителями обеспечивает согласование деятельности всех его исполнителей между собой, возможно, выполняя при этом команды других руководителей выше по иерархии. Этот случай является разновидностью и развитием договорной формы из примера 1, т.к. в данном случае процесс достижения договоренности хотя и присутствует в отношениях между исполнителем и руководителем, но он реализуется в прямых коммуникациях, ограниченных рамками «исполнитель-руководитель», а не «все со всеми».

Эта форма называется в литературе иерархической или административной формой координации (Malone and Crowston, 1994; Weigand, и др., 2003; Власова и Молокова, 2019). Кроме этого, Adler (2001) и Полтерович (2018) определяют эту форму координации как «власть», которая, согласно (Полтерович, 2018), основана на подчинении путем принуждения. Ниже мы используем для этой формы название «иерархическая». Многие авторы отмечают, что в современных условиях упомянутые выше две формы координации (договорная и иерархическая) чаще всего встречаются в составе гибридных форм (Powell, 1991; Malone and Crowston, 1994; Дементьев и др., 2017). Простейшими гибридами являются случаи, когда в иерархической организации отдельный исполнитель представляет собой группу агентов (сложный агент), которые используют договорную форму чтобы согласовывать свою деятельность для выполнения команд от руководителя. Также, руководитель может представлять собой группу менеджеров, которые используют внутри этой группы договорную форму для коллективной выработки команд для исполнителей.

Следующий пример иллюстрирует координацию, возникающую между агентами, не имеющими или не использующими возможности для прямого обмена информацией между собой. В данном случае агенты наблюдают за деятельностью друг друга в общей среде жизнедеятельности, в том числе в виртуальной интернет-среде. Агенты оставляют в общей среде следы своей деятельности, в том числе, специально подготовленные метки, которые могут содержать достаточно подробную информацию для выбора другими агентами их деятельности, которая будет востребована остальными (Heylighen, 2016). Анализируя следы деятельности других агентов или специально оставленные ими метки, агенты принимают решение о своей собственной деятельности и, таким образом, в определенной степени, учитывают то, что делают другие агенты. Данная форма координации получила в литературе название «стигмергия» (Elliott, 2006; Marsh and Onof, 2008; Elliott, 2016; Heylighen, 2016).

Пример 3. Рыночная координация, при которой участники рынка удовлетворяют свой спрос и предложение в результате согласования цен и обмена товарами, является примером координации, часть которой реализуется при косвенных коммуникациях. Как отмечал Heylighen (2016): «самым известным примером стигмергической самоорганизации является «невидимая рука» рынка: действия по покупке и продаже оставляют след, влияя на цену товаров, по которым осуществляется сделка. Эта цена, в свою очередь, стимулирует дальнейшие сделки». Полтерович (2018) отмечает, что для рыночной формы координирующую роль выполняет конкуренция, которая представляет собой соперничество агентов в их борьбе за приоритетные позиции. Ниже мы используем для этой формы название «стигмергия».

Возникает вопрос: каково отношение между стигмергией, как формой координации, и рыночной координацией? В следующих разделах обосновывается, что процесс рыночной координации представляет собой гибрид из нескольких форм координации, включающий

как стигмергию, так и договорную и иерархическую формы. Похоже выводы есть в научной литературе (Powell, 1991; Malone and Crowstoun, 1994; Дементьев и др., 2017).

Правила поведения и нормы явные или неявные, существующие как культурные и поведенческие общепринятые установки, позволяют участникам совместной деятельности действовать согласованно не имея никаких коммуникаций между собой. Это случай, когда люди по умолчанию учитывают в своей деятельности деятельность других людей.

Пример 4. Правила использования общественных благ (public goods), которые позволяют людям даже в отсутствии прямых или косвенных коммуникаций между ними потреблять общественные блага с учетом интересов друг друга. Далее мы используем для этой формы координации название «на основе правил».

Данные примеры являются заведомым упрощением и идеализацией сложности и многообразия форм координации. Они предназначены главным образом для иллюстрации выводов и положений данного исследования, т.к. представляют 4 наиболее используемые в экономике формы координации: 1) договорная (или сетевая); 2) иерархическая; 3) стигмергия; и 4) на основе правил. Рассмотрению других аспектов координации посвящено достаточно много исследований, определенная часть которых рассматривается применительно к экономическим наукам в обзоре литературы в (Weigand и др., 2003; Власова и Молокова, 2019), а для сложных систем в (Ходаков и др., 2014).

Все рассмотренные выше примеры форм координации могут использоваться агентами как в последовательном, так и в параллельном режиме, образуя таким образом гибриды. На практике это означает, что агенты создают и используют в экономике достаточно сложную многослойную структуру процессов координации.

В качестве фундаментального процесса координации, присутствующего, в том числе, в описанных выше 4 формах координации, в (Паринов, 2021) предложена схема координирующей деятельности (Паринов, 2021, с. 15-19), которая в упрощенном виде состоит из следующих основных элементов:

1. Создание общей среды для совместной деятельности агентов, которая может иметь разные виды и реализации (естественная среда, виртуальная среда и т.п.) для различных видов деятельности агентов. Общая среда включает определенную сигнальную систему и правила поведения агентов. Параметры общей среды определяют условия для обмена информацией между агентами, которые могут иметь вид прямых или косвенных коммуникаций.;
2. Создание информационных образов возможностей и намерений агентов по отношению к совместной деятельности с другими агентами, которые формируются и поддерживаются агентами с различной точностью, полнотой и регулярностью обновлений. Информационные образы создаются и актуализируются агентами в соответствующей среде, которая является общей для участников совместной деятельности.;
3. Поиск вариантов совместной деятельности, который включает процесс отслеживания агентом изменений в информационных образах других участников совместной деятельности в целях поддержания актуальности своей ментальной модели. Агенты на основе своих индивидуальных или коллективных ментальных моделей проигрывают (имитируют) возможные варианты своей деятельности и по результатам этого принимают решение о содержании своей совместной деятельности с другими агентами.

Каждый из перечисленных выше элементов КД может существовать в определенном количестве вариантов, которые порождаются разнообразием способов их практической реализации, определяемых, в том числе, имеющимися у агентов в каждый конкретный исторический период возможностями. Все возможные сочетания вариантов реализации элементов КД формируют множество теоретически возможных конфигураций КД (Паринов, 2021, с. 17).

Методом проб и ошибок агенты проверяют различные конфигурации КД с точки зрения их успешности для координации различных видов их совместной деятельности, для различного количества ее участников, и для различных условий, в которых эта деятельность может осуществляться. Таким образом, агенты отбирают конфигурации КД, которые позволяют им получить максимально возможный выигрыш от их совместной деятельности (Паринов, 2021, с. 19).

В результате подобного естественного отбора конфигураций КД возникли перечисленные выше формы координации: договорная, иерархическая, стигмергия, и на основе правил. В данном исследовании мы не рассматриваем общие возможности создания конфигураций КД, ограничиваясь этими 4-мя формами. Появившиеся таким образом конфигурации КД со временем меняются и развиваются в результате развития науки и техники. В табл. 1 приведены основные характеристики конфигураций КД для каждой из этих форм координации в их «классическом» виде, т.е. до наступления эпохи активного развития ИКТ и массовой цифровой трансформации различных видов деятельности людей.

Таблица 1. Характеристики конфигураций КД для основных форм координации

| Формы коор-и/элементы КД | среда для коммуникаций | информационные образы агентов | поиск вариантов и принятие решения |
|---------------------------------|--|---|---|
| договорная | естественная среда, прямые коммуникации типа «все со всеми» | полные и динамично обновляемые информационные образы агентов | динамически обновляемая коллективная ментальная модель с равноправным участием агентов в принятии решений |
| иерархическая | естественная среда, прямые <u>односторонние</u> коммуникации от руководителя к исполнителю | <u>упрощенные</u> информационные образы агентов на основе стандартов профессий и служебных обязанностей | коллективная иерархическая ментальная модель, где модели исполнителей вложены в модели их руководителей |
| стигмергия | естественная среда с сигнальной системой и правилами поведения, <u>косвенные</u> коммуникации | <u>простые</u> информационные образы агентов, например, в виде предлагаемых товаров | <u>индивидуальная</u> ментальная модель агента, содержащая информационные образы агентов из общей среды |
| на основе правил | естественная среда с сигнальной системой и правилами поведения, <u>отсутствие</u> коммуникаций | <u>статичные</u> информационные образы агентов, где агенты следуют установленным правилам | индивидуальная ментальная модель агента, содержащая перечень правил |

Каждая из форм координации имеет ряд специфических особенностей, которые рассмотрены в (Паринов, 2021, с. 17). Договорная форма обеспечивает наилучшее качество согласования, но позволяет это делать только для малых групп участников. Стигмергия обеспечивает согласования с существенно более низким качеством, чем договорная форма, но успешно работает для очень большого количества участников. Иерархическая форма по своим характеристикам находится между договорной и стигмергией. Согласование на основе правил не ограничивает количество участников, но успешное согласование эта форма дает только для случаев совместной деятельности с неизменяемыми условиями, что в реальности встречается достаточно редко.

В экономике в различных ситуациях и для различных видов деятельности агенты могут использовать самые разные конфигурации КД, а также в различном сочетании их друг с другом. Далее мы рассматриваем только 4 основные формы координации (договорная, иерархическая, стигмергия, и на основе правил), которые, как мы предполагаем, являются наиболее используемыми в экономической деятельности. Для массового единообразного использования конфигураций КД, соответствующих этим формам, агенты создали общие правила их использования. Подобное институциональное оформление отдельных конфигураций КД превращает их механизмы координации, применимые единообразным способом всеми экономическими агентами (Паринов, 2021, с. 5).

Из рассмотренного выше вытекают важные исследовательские вопросы: какие факторы определяют сложившуюся в экономике структуру процессов и механизмов координации, а также какие существуют взаимозависимости между отдельными элементами этой структуры?

Для получения ответов на эти вопросы требуется проанализировать специфику экономической деятельности.

3. Особенности экономической деятельности и проблемы ее координации

Экономическая деятельность, которая по определению представляет собой совместное производство, распределение, обмен и потребление агентов, обладает важными особенностями, влияющими на процессы ее координации. Целью экономической деятельности, в ее самом общем виде, является удовлетворение потребностей агентов, что в контексте данного исследования означает обеспечение агентов РПЖ для их физического и социального выживания в стохастической среде жизнедеятельности (Паринов, 2020, с. 23-24). С помощью экономической деятельности агенты стремятся в текущий момент и на перспективу обеспечить себя и зависимых от них агентов определенным количеством и качеством РПЖ.

В контексте данного исследования совместное производство, как часть экономической деятельности, дает агентам возможность создавать РПЖ в большем объеме и лучшего качества, чем если бы они это делали независимо. Совместное распределение позволяет агентам, когда это требуется, согласовать размер личного вклада каждого в совместно созданный РПЖ. Совместный обмен является процессом достижения договоренности между агентами, позволяющий им получать РПЖ, созданный другими агентами, в обмен на свои личные вклады в созданный РПЖ. Совместное потребление является процессом согласования агентами коллективного использования РПЖ, которые имеют форму общественного блага (public goods).

Процесс координации экономической деятельности предполагает, в первую очередь, координацию совместной производственной деятельности агентов. Дополнительно, необходима координация деятельности агентов, возникающая по поводу результатов, полученных от производственной деятельности: согласование распределения этих результатов между агентами, их обмена и потребления. В упрощенном виде процесс согласования экономической деятельности можно представить в двух частях:

- а) производственная координация, где агенты определяют кто делает что; а также
- б) распределительная координация, определяющая сколько РПЖ агенты получают за свою производственную деятельность, которая включает согласование распределения, обмена и потребления.

Необходимость для агентов повысить вероятность выживания в стохастической среде в текущий момент и в обозримом будущем придает их экономической деятельности максимизирующий характер. Агенты стремятся произвести и запасти как можно большее количество РПЖ на случай непредсказуемых негативных изменений в среде жизнедеятельности. Одним из источников получения агентами при прочих равных условиях большего количества РПЖ является вовлечение в совместную деятельность как можно большего количества агентов. Это позволяет участникам совместной деятельности получить дополнительные выгоды от углубления специализации агентов и развития системы разделения труда (СРТ).

Для случаев, когда СРТ включает достаточно большое количество агентов, существует проблема координации экономической деятельности, причиной которой является возможная неразложимость результатов совместной производственной деятельности агентов на вклады участников.

Совместное производство в составе экономической деятельности обладает важной особенностью: его результаты могут быть не разложимы естественным образом на вклады участников. «Выпуск по определению создается командой и не является простой суммой объемов выпуска каждого из ее членов» (Алчиан и Демсец, 2004). Это означает, что распределительная часть согласования экономической деятельности (пункт «б» выше) должна, в том числе, обеспечить решение задачи распределения неразложимого на вклады коллективно созданного РПЖ между агентами.

Возможная неразложимость результатов совместной производственной деятельности означает для агентов необходимость договариваться и согласовывать (координировать) свои намерения получить за свои вклады в совместную деятельность определенный размер РПЖ. В согласовании деятельности, основанном на прямых коммуникациях (договорная и иерархическая форма), агенты, как правило, одновременно согласуют обе части: как производственную (кто делает что), так и распределительную (сколько каждый за это получает). Как отмечается в литературе, неразложимость результата совместного производства в данном случае преодолевается агентами на основе их наблюдений за деятельностью друг друга (Алчиан и Демсец, 2004 с. 116). Способность агентов давать субъективные оценки качества выполнения другими участниками совместной деятельности своей части работы вместе с возможностью коллективно обсуждать эти оценки, согласовывать общее мнение и вырабатывать коллективное решение позволяет агентам методом проб и ошибок найти способ распределения РПЖ, который стимулирует участников совместной деятельности не уклоняться от надлежащего исполнения своих обязанностей. Хотя организация подобного мониторинга требует определенных дополнительных затрат и при прочих равных условиях это повышает сложность задачи

согласования, но, судя по экономической практике, в большинстве случаев это покрывается выгодой от совместной деятельности.

Однако, при координации, основанной на косвенных коммуникациях (стигмергии), одновременное производственное и распределительное согласование, как это делается в договорной и иерархической формах, практически, невозможно. Косвенные коммуникации в их классическом виде (т.е. без современных ИКТ) ограничивают возможности агентов «наблюдать за поведением друг друга», что существенно повышает затраты агентов на выработку коллективного решения о распределении РПЖ между участниками совместной деятельности.

Для извлечения агентами выгоды от расширения масштабов производства и развития СРТ необходимо создать процесс координации, который позволит координировать деятельность всех участников СРТ, а также вовлекать в нее новых агентов. Исходя из свойств, рассмотренных выше форм координации, лучше всего для этих целей подходит стигмергия (Паринов, 2021, с. 17). Однако, для ее использования необходимо привести процесс совместного производства агентов к виду, в котором результаты их коллективной деятельности естественным образом (т.е. без существенных дополнительных затрат) раскладываются на вклады участников.

Существует еще одно важное условие: процесс координации на базе стигмергии, т.е. в условиях косвенных коммуникаций, должен гарантировать каждому агенту получение доли от выгоды, созданной их коллективной деятельностью в рамках СРТ в целом. Для агентов смысл развития СРТ заключается в том, что каждый агент должен иметь возможность использовать все, что создано всеми другими участниками СРТ. Это может быть выполнено только созданием способа согласования процессов распределения коллективно созданного продукта, который будет включать всех участников СРТ, а также будет мотивировать агентов качественно выполнять свои обязанности.

Таким образом, решение рассмотренной проблемы координации экономической деятельности для СРТ требует модификации производственной деятельности в целях разложимости ее результатов на вклады участников, а также создание условий для участия всех участников СРТ в согласовании распределительной деятельности.

Далее будет показано, что реализация этих требований и решение проблемы координации экономической деятельности становится возможной при создании агентами институциональной структуры, обеспечивающей фиксацию и оборот прав на РПЖ вместо фактического РПЖ. Примером практической реализации подобного института является действующая в экономике глобальная денежно-финансовая система.

4. Содержание и структура процессов координации в экономике

Для того, чтобы использовать стигмергию, без которой невозможно расширение и развитие системы разделения труда, агенты должны каким-то образом превратить совместную производственную деятельность в естественным образом разложимую на вклады участников. Разложимость на вклады естественным образом возникает, если агенты самостоятельно без прямого согласования друг с другом выполняют производственные операции. Это становится возможным, если коллективная, по сути, производственная деятельность агентов по созданию РПЖ разбивается на отдельные самостоятельные акты, по результатам которых агенты получают определенное количество РПЖ. Для этих целей агенты создали институт формирования, поддержки и

оборота прав на РПЖ вместо фактического РПЖ (Паринов, 2020, с. 23-24), функцию которого в реальной экономике выполняет глобальная денежно-финансовая система.

Появление институт поддержки прав агентов на РПЖ означает создание системы оборота информации о правах агентов на определенный размер РПЖ вместо оборота фактического РПЖ. Такая экономическая инновация является ключевой для создания механизма координации экономической деятельности. С одной стороны, она позволяет агентам использовать стигмергию для вовлечения в совместную деятельность всех существующих агентов, и максимизировать таким образом выгоду от их совместной деятельности. С другой – это позволяет разбить задачу согласования экономической деятельности на отдельные относительно независимые этапы, что существенно упрощает этот процесс.

Создание и использование института поддержки прав на РПЖ требует от агентов определенных дополнительных затрат. Поскольку денежно-финансовая система, как практическое воплощение института прав, успешно действует в экономике, следовательно, затраты на ее создание и использование перекрываются выгодой агентов от развития СРТ, условия для которого она создает. Вместе с тем, использование института прав на РПЖ создает в экономике условия для нарушений процесса обмена вклада агента в совместную деятельность на долю в коллективно созданном РПЖ. Институт прав разбивает акт согласования на отдельные относительно независимые процессы. В этом случае, принимаемые агентами для согласования отдельных процессов могут оказаться не оптимальными с точки зрения акта согласования в его исходном виде.

В результате перехода к обороту прав на РПЖ экономическая деятельность естественным образом разбивается на следующие относительно независимые процессы (этапы экономической деятельности), в которых агент выступает как в роли производителя, так и потребителя:

1. Процесс производства, который приводит к получению агентом определенного результата (продукта), созданного в целях его обмена на определенное количества прав на РПЖ. На данном этапе агент определяет что ему производить в расчете, что созданный продукт будет использован другими агентами. Агент принимает это решение самостоятельно на основе косвенных коммуникаций с другими агентами (стигмергия) и, как следствие, результаты его деятельности принадлежат только ему. Проблема неразложимости результата по вкладам участников в данном случае не возникает, т.к. коллективная деятельность в ее прямом виде отсутствует. Для случаев, когда процесс производства не может быть реализован агентом индивидуально и, следовательно, является неразложимым по сути, может быть создан «сложный агент», суть которого рассматривается ниже.
2. Процесс обмена принадлежащих агенту результатов процесса производства на определенный размер прав на РПЖ. В классическом определении экономической деятельности этот этап соответствует «распределению». Выступая в роли производителя, агент согласовывает с агентами потенциальными потребителями результатов его деятельности получение от них в обмен за свой продукт максимально возможного размера прав на РПЖ. Если такой обмен состоится, то происходит подтверждение полезности деятельности агента для системы разделения труда. На данном этапе агент-производитель должен иметь возможность получать предложения по обмену созданного продукта на права от всех участников системы разделения труда. Это является необходимым условием использования всеми участниками СРТ выгод, возникающих от их совместной деятельности.

3. Процесс обмена имеющихся у агента прав на РПЖ на фактический РПЖ. В классическом определении экономической деятельности этот этап соответствует «обмену». В роли потребителя агент согласовывает с другими агентами, которые являются потенциальными поставщиками РПЖ, обмен имеющихся у него прав на максимально возможный объем и качество фактического РПЖ. На данном этапе агент-потребитель должен иметь возможность получать РПЖ от всех участников системы разделения труда, что обеспечивает использование любым агентом выгод, возникающих от действия системы разделения труда.

4. Процесс потребления РПЖ, когда данный ресурс является общественным благом. На этом этапе агент-потребитель согласовывает с другими участниками СРТ параметры совместного использования общественных благ, которые были ими совместно созданы.

Координация экономической деятельности участников СРТ, распавшейся, благодаря использованию института прав на РПЖ, на 4 этапа, соответственно состоит из следующих относительно независимых процессов:

- 1) согласование совместной производственной деятельности с помощью стигмергии, при которой агент производит продукт на основе собственных представлений о спросе;
- 2) согласование между агентом и потенциальными потребителями его продукта размера прав на РПЖ в обмен на результаты его производственной деятельности;
- 3) согласование обмена между агентом и потенциальными поставщиками имеющихся у агента прав на РПЖ на фактический РПЖ;
- 4) согласование совместного потребления РПЖ, если он является общественным благом.

Четыре относительно независимых процесса согласования экономической деятельности, теоретически, могут быть реализованы на базе различных конфигураций КД. Однако, как было установлено выше, согласование процесса производства для СРТ в целом должно быть реализовано в виде стигмергии. Остальные три процесса согласования (пункты 2-4 выше), теоретически, могут быть реализованы на базе разных форм координации, но при этом необходимо обеспечить участие в этом всех агентов, т.к. это является условием получения всеми агентами выгод от участия в СРТ.

Договорная или иерархическая форма применимы к согласованию процессов 2-4. В этих случаях агенты в ролях «поставщик» и «потребитель» договариваются между собой о параметрах: а) обмена созданных агентами продуктов на права на РПЖ; б) обмена прав на РПЖ на фактический РПЖ; в) совместного потребления РПЖ в виде общественных благ. Недостатком данных форм согласования применительно к процессам 2-4 является локальный эффект от согласования, который ограничен небольшим количеством участников, характерным для договорной и иерархической формы. Локальность эффекта согласования в данном случае означает, что агенты не могут включить в данные виды согласования всех участников совместной деятельности в СРТ.

С другой стороны, согласование процессов 2-4 на основе стигмергии позволило бы включить в этот процесс всех участников СРТ. Препятствием использования стигмергии в этом случае является ограниченные возможности агентов при косвенных коммуникациях. Процессы обмена и совместного потребления требуют согласия всех сторон, участвующих в этих процессах, с его условиями. В условиях свободы воли, т.е. когда агенты не могут навязывать свое мнение другим агентам, обмен и совместное потребление не могут быть реализованы, если одна из сторон не согласна с текущими параметрами этих процессов. Если параметры согласования обмена или совместного потребления стабильны или слабо меняются, то, теоретически, методом проб и ошибок

согласование этой деятельности возможно на основе косвенных коммуникаций. Однако, в экономике такие ситуации, в общем случае, являются достаточно редкими, за исключением совместного потребления коллективных благ (процесс 4), которое в некоторых случаях может быть слабо меняющимся процессом.

Согласование на основе правил (форма 4) также может дать необходимую координацию, если параметры совместной деятельности стабильны или слабо меняются. В частности, эта форма также может быть использована для координации совместного потребления, что проиллюстрировано примером 4 из списка форм координации.

Рассмотрим возможности согласования процессов обменов участников СРТ, которые являются глобальными и динамическими процессами, а, следовательно, к ним не применимы в исходном виде все основные формы координации, включая стигмергию и согласование на основе правил. Для включения всех участников СРТ в процессы согласования обменов агенты создали гибрид из элементов стигмергии и договорной формы. Агенты, как это делается при стигмергии, помещают в общую среду участников СРТ метки их возможностей и намерений для актов обмена (РПЖ \leftrightarrow права на РПЖ). Для актов обмена такие метки содержат информацию о том, на каких условиях и, в частности, по какому курсу, агенты хотят совершить акт обмена. В реальной экономике эту информацию несут цены. На основе этой информации агенты из всех участников СРТ выявляют подмножество агентов - потенциальных участников обмена. Когда потенциальные участники обмена определены, то сам процесс обмена агенты согласовывают в договорной форме. В результате этого, согласование, с одной стороны, включает всех участников СРТ, а с другой - позволяет учитывать динамически меняющиеся условия и параметры согласования.

Таким образом, типичным способом координации экономической деятельности применительно к СРТ в целом является использование: 1) стигмергии для согласования производства РПЖ (этап 1); 2) гибрида из элементов стигмергии и договорной формы для согласования обмена РПЖ (этапы 2-3); и 3) стигмергии или формы «на основе правил» для согласования потребления коллективных благ (этап 4). В таком виде рассматриваемый процесс координации заведомо является гибридом из разнокачественных форм согласования деятельности. Практическим воплощением в экономике данного гибридного процесса координации является рынок.

Как отмечается в литературе, рынок является результатом эволюции договорной формы (Паринов, 2002, с. 24; Ustyuzhanina and Komarova, 2018, с. 7). В процессе этой эволюции агенты для получения большей выгоды отказались от прямых коммуникаций между собой в части согласования производственной деятельности. Как результат, агенты стали самостоятельно производить то, что, по их мнению, будет использовано другими участниками совместной деятельности. И это позволило им существенно увеличить количество участников деятельности и увеличить выгоду. Однако, агенты продолжают использовать договорную форму, чтобы согласовать с другими агентами какое количество РПЖ они получают за эту свою деятельность и как совместно потреблять общественные блага. С учетом этого, можно утверждать, что рынок в классическом виде — это вариант договорной формы, в которую встроена стигмергия для согласования производственной деятельности в составе экономической деятельности агентов в целом.

Необходимо также отметить, что различные элементы координирующей деятельности постоянно развиваются и эволюционируют. В частности, цифровизация общей среды для совместной деятельности агентов, которая сама по себе требует много времени и высоких затрат, позволяет улучшить согласование для всех экономических процессов основе

косвенных коммуникаций. Таким образом, развитие ИКТ создает условия для изменений в содержании и структуре набора форм координации, которые образуют рыночный механизм согласования. Данный аспект рассматривается в следующем разделе.

Присущее координации на базе стигмергии существенное упрощение информационных образов возможностей и намерений агентов применительно к производственной деятельности для СРТ в целом проявляется как упущенная агентами возможность получения более высокой выгоды от их деятельности. Агенты могут получать дополнительную выгоду, организуя дополнительную совместную деятельность, которая оказалась не востребована при согласовании их участия в СРТ. В этом случае, условием получения дополнительной выгоды является использование для ее согласования формы координации, которая обеспечивает более полный учет возможностей и намерений агентов. Относительно стигмергии такими формами являются договорная и иерархическая. Такая возможность позволяет агентам создавать несколько параллельных процессов экономической деятельности и ее координации. В результате, агенты могут получать более высокую выгоду от их совместной деятельности.

Для использования этой возможности процесс координации экономической деятельности для СРТ в целом, с одной стороны, должен позволять встраивать (интегрировать) в него процессы координации, использующие договорную и/или иерархическую форму. С другой - все виды договорной/иерархической координирующей деятельности, обеспечивающие согласование экономической совместной деятельности должны быть сконструированы таким образом, чтобы быть интегрируемыми в процесс координации системы разделения труда в целом.

Готовность процесса координации для системы разделения труда к встраиванию других форм согласования означает возможность участия в совместной деятельности так называемых сложных агентов. Сложные агенты представляют собой некоторое множество (группу) индивидуальных агентов, согласующих свою совместную деятельность в договорной или иерархической формах. Таким образом, среди участников согласования деятельности для СРТ могут быть группы индивидуальных агентов, которые представлены в процессах совместной деятельности и в ее согласования как единое целое, т.к. как некоторый сложный агент. Сложные агенты участвуют в системе разделения труда на таких же условиях, как и индивидуальные агенты. В традиционных экономических представлениях сложные агенты соответствуют организациям, фирмам и т.п.

Для получения выгоды от системы разделения труда сложный агент, и входящие в него индивидуальные агенты, должны быть участниками этапов экономической деятельности, на которых происходит согласование обмена с другими участниками системы разделения труда, а также их совместного потребления (т.е. участником процессов 2-4, описанных выше). Таким образом, индивидуальные агенты в составе сложного агента согласуют между собой только совместную производственную деятельность, а во всех остальных этапах экономической деятельности (обмены и потребление) они участвуют как в виде соответствующего сложного агента, так и индивидуально.

Готовность договорной и иерархической формы к встраиванию в процесс координации для СРТ предполагает, что индивидуальные участники сложного агента, в котором используется договорная или иерархическая форма согласования, выполняют следующие процессы согласования:

- индивидуальные агенты напрямую согласовывает между собой только свою производственную деятельность, включая согласование оценок индивидуальных вкладов каждого в общей результат;
- сложный агент, представляющий группу индивидуальных агентов, согласовывает с другими участниками системы разделения труда обмен результата их коллективной деятельности на определённый размер прав на РПЖ;
- полученные сложным агентом права на РПЖ распределяются среди входящих в него индивидуальных агентов на основе их согласованных оценок об индивидуальном вкладе каждого;
- индивидуальные агенты самостоятельно, а также в составе сложного агента согласовывают с другими участниками системы разделения труда обмен имеющихся у них прав на фактический РПЖ;
- индивидуальные агенты самостоятельно, а также в составе сложного агента согласовывают с участниками системы разделения труда совместное потребление общественных благ из фактического РПЖ.

Поскольку в ментальной модели индивидуального агента перечисленные выше этапы процесса согласования реализуются в рамках единой системы представлений агента о том, как ему обеспечить себя и зависимых от него агентов необходимым количеством РПЖ, то принятие агентом решения на каждом этапе должно основываться на оценках агента его возможностей для реализации всего процесса получения РПЖ. Таким образом, при согласовании производственной деятельности в договорной или иерархической форме, которая происходит в составе сложного агента, индивидуальный агент должен также учитывать возможные результаты согласования на следующих этапах экономической деятельности, которые уже включают всех участников СРТ.

Ранее отмечалось, что процесс координации СРТ является гибридом различных форм. С учетом рассмотренного выше, договорная и иерархическая форма согласования экономической деятельности сами по себе также являются гибридными, т.к. они функционируют не изолированно, а являются дополнением к процессу согласования для СРТ (Паринов, 2020, с. 25-27).

Необходимо отметить, что между иерархической и договорной формой также есть отношения дополнительности. Иерархическая форма позволяет согласовывать действия большего количества агентов, чем договорная, и это достигается за счет упрощения информационных образов агентов. Таким образом, в иерархическом согласовании у агентов могут существовать неиспользованные возможности и намерения для их совместной деятельности, аналогично, как это имеет место с формой согласования для СРТ в целом. Эти резервы, возникающие у агентов в иерархической форме согласования, могут быть использованы с помощью организации дополнительной совместной деятельности, согласовываемой уже договорной формой, как обладающей более полным представлением возможностей и намерений агентов по сравнению с иерархической формой.

Наличие неполной координации для системы разделения труда в целом и в иерархической форме координации, а также возможность встраивать в этот процесс координации другие формы согласования, дают агентам возможности максимизировать выгоду от их совместной деятельности путем формирования сложной структуры процессов координации.

5. Свойства системы взаимосвязанных процессов координации в экономике

На основе содержания предыдущих разделов можно сделать вывод, что рассмотренные взаимосвязанные процессы координации экономической деятельности имеют структуру, состоящую из основного процесса и множества дополнительных:

1. Основной процесс координации для СРТ в целом, использующий: 1) стигмергию для согласования производства РПЖ (этап 1); 2) гибрид из элементов стигмергии и договорной формы для согласования обмена РПЖ (этапы 2-3); и 3) стигмергию или форму «на основе правил» для согласования потребления коллективных благ (этап 4).
2. Дополнительные процессы координации первого уровня для реализации агентами их намерений и возможностей, которые остались не учтенными в рамках СРТ. Эти процессы используют иерархическую или договорную форму для согласования производства РПЖ (этап 1), а также некоторые элементы основного процесса координации в части согласования обменов и потребления РПЖ (этапы 2-4).
3. Дополнительные процессы координации второго уровня для реализации агентами их намерений и возможностей, которые остались не учтенными в их деятельности, координируемой иерархической формой в составе дополнительных процессов координации первого уровня. Эти процессы используют договорную форму для согласования производства РПЖ (этап 1), а также некоторые элементы основного процесса координации в части согласования обменов и потребления РПЖ (этапы 2-4).

Перечисленные три вида процессов координации представляют собой симбиоз, т.к. находятся в состоянии взаимозависимости друг от друга, а также имеют между собой отношения вложенности. В основной процесс вложены дополнительные процессы координации первого уровня, а в некоторые из них, использующие иерархическую форму, еще могут быть вложены дополнительные процессы координации второго уровня. Вложенность, в данном случае означает, что дополнительные процессы координации согласовывают то, что осталось несогласованным на предыдущих уровнях координации. Кроме этого, дополнительные процессы координации являются частичными, т.к. их использование ограничено согласованием только производственной деятельности, а согласование на остальных этапах экономической деятельности агентов осуществляется с помощью основного процесса координации.

Подобная достаточно сложная структура процессов координации создана агентами эмпирически, т.е. методом проб и ошибок, в результате перебора множества возможных конфигураций КД для различных видов/этапов экономической деятельности. Целью этого перебора вариантов КД является создание агентами способа согласования их экономической деятельности, который даст им максимально возможный выигрыш. При этом агенты одновременно достигают две конфликтующие между собой цели: с одной стороны, агенты максимизируют коллективную выгоду от совместной деятельности, вовлекая в нее как можно больше участников, с другой – они максимизируют индивидуальную выгоду, создавая на основе договорной и иерархической формы параллельные процессы согласования их деятельности, которая осталась не задействована в других формах согласования (Паринов, 2021, с. 24).

Одновременное действие всех этих процессов как системы координации СРТ в экономике создает эффект «невидимой руки» рынка, уравнивающей спрос и предложение. С точки зрения рассмотренного выше, образ «невидимой руки» рынка означает, что система координации просто выполняет свои функции, согласовывая действия агентов в ролях производитель и потребитель, и приводя в экономике к согласованию спрос и предложение. Описанные выше представления о содержании и структуре процессов

координации в экономике позволяют рассмотреть некоторые детали и свойства «невидимой руки» рынка.

Рассмотрим свойства основных форм координации, которые используются в процессах согласования на отдельных этапах совместной экономической деятельности агентов (производство, обмена и потребление). Проанализируем ограничения в работе этих форм координации, связанные со следующими факторами:

а) текущая сложность задачи согласования, определяемая количеством участников совместной деятельности, полнотой их информационных образов и интенсивностью стохастичности, а также

б) вычислительные возможности агентов.

В рамках данного анализа рассмотрим один из возможных сценариев: как улучшение вычислительных возможностей влияет на допустимые значения, которые могут принимать перечисленные компоненты, определяющие сложность задачи согласования. Для упрощения анализа четвертая форма координации «на основе правил» не рассматривается, т.к. она имеет достаточно ограниченное использование.

Таким образом, анализируются следующие характеристики основных форм координации:

- Успешность формы координации в зависимости от увеличения количества участников совместной деятельности. При каких условиях форма координации позволяет без существенной потери качества координации неограниченно увеличивать количество участников и, как следствие, получать агентам большую выгоду от развития СРТ?
- Полнота координации, которая определяет верхний предел в учете намерений и возможностей агентов по отношению к их совместной деятельности с другими агентами. При каких условиях форма координации позволяет неограниченно увеличивать точность и полноту согласования возможностей и намерений агентов независимо от количества участников совместной деятельности?
- Устойчивость координации при непредсказуемых изменениях в факторах, определяющих содержание совместной деятельности агентов. При каких условиях форма координации является устойчивой к стохастическим изменениям независимо от количества участников совместной деятельности и без снижения полноты согласования возможностей и намерений агентов?

5.1. Стигмергия

Стигмергия используется для согласования производственной деятельности агентов в рамках СРТ в целом. Согласование в стигмергии достигается тем, что агенты оставляют в общей среде для участников СРТ информацию (метки) о своих возможностях и намерениях по отношению к совместной деятельности с другими агентами. Для классического рынка эта информация содержит сведения о результатах деятельности агентов (предложение), желательный курс обмена этого на права на РПЖ (цены) и т.п. Эти метки доступны в общей среде всем остальным участникам СРТ и позволяют им уточнить содержание своей деятельности в целях максимизации выгоды от этой деятельности. Данная информация также помещается в общую среду. Действуя таким образом в режиме проб и ошибок, агенты находят варианты своей производственной деятельности, которые являются наиболее востребованными другими участниками СРТ.

Востребованность означает, что результаты своей деятельности агенты могут обменивать на права на РПЖ по самому выгодному курсу или по наилучшим ценам.

Агенты могут поддерживать успешность данной формы согласования практически для любого количества участников совместной деятельности за счет изменения полноты представления в общей среде своих намерений и возможностей. Чем выше степень упрощения их информационных образов, тем для большего количества агентов может достигаться согласование их деятельности при прочих равных условиях. С другой стороны, чем выше степень упрощения, тем большая часть возможностей и намерений агентов остается не задействована в рамках совместной деятельности координируемой данной формой. Таким образом, экономическая ценность стигмергии, как формы координации, в классическом случае ограничена существенным упрощением информационных образов агентов.

Представляет интерес теоретический анализ условий, при которых данная форма координации позволяла бы неограниченно увеличивать количество участников и при этом сохранять достаточно полный учет возможностей и намерений агентов. Это позволило бы агентам получать более высокую выгоду от СРТ при прочих равных условиях.

Сохранение успешной координации при увеличении количества участников совместной деятельности может быть достигнуто улучшением вычислительных возможностей агентов. Текущие вычислительные возможности агентов определяют верхний предел сложности задачи согласования, для которой стигмергия является успешной формой координации. Улучшение вычислительных возможностей по сравнению с текущим уровнем позволяет агентам при прочих равных условиях либо увеличивать количество участников совместной деятельности, либо полноту информационных образов агентов, либо и то, и другое одновременно. Постоянное наращивание вычислительных возможностей дает агентам возможности неограниченно увеличивать количество участников совместной деятельности, а также повышать полноту учета возможностей и намерений агентов. Таким образом, ограниченность традиционной рыночной координации с точки зрения полноты представления возможностей и намерения агентов через предложения товаров и их цен может быть устранена при переносе этого в виртуальную среду общую среду. Подробнее об этом см. в (Паринов, 2021, с. 29).

Наращивание вычислительных возможностей теоретически также позволяет агентам в рамках формы координации стигмергия неограниченно увеличивать точность и полноту согласования возможностей и намерений агентов независимо от количества участников совместной деятельности. Если в результате этого стигмергия обеспечивает более-менее полное согласование возможностей и намерений агентов, то не возникают ниши, в которых в традиционном случае существуют дополнительные виды совместной деятельности агентов, координируемые иерархической и/или договорной формой.

Повышение скорость вычислений также придает процессам координации на базе стигмергии дополнительную устойчивость к стохастическим изменениям в условиях для совместной деятельности агентов, т.к. это позволяет агентам в более короткие сроки пересогласовывать свою деятельность для учета вновь возникших обстоятельств. При достаточно высокой скорости вычислений подобные пересогласования могут выполняться для любого количества участников совместной деятельности и без снижения полноты согласования возможностей и намерений агентов.

5.2. Иерархическая и договорная формы

Иерархическая форма координации, которая может использоваться для согласования дополнительной производственной деятельности первого уровня, выполняет свою функцию в результате договоренностей, достигаемых в процессе прямых коммуникаций между агентами, выполняющих роли исполнителей и руководителей (см. выше пример 2 для форм координации). Группы агентов в данных ролях могут быть организованы в несколько уровней иерархии. Агенты руководители из более низкого уровня иерархии являются исполнителями в более высоком уровне. Экономическая ценность иерархии, как формы координации, в классическом случае ограничена, т.к. она не может быть использована для согласования совместной деятельности большого количества агентов, например, для СРТ в целом (Паринов, 2020, с. 26). Кроме этого, иерархическая форма предполагает определенное упрощение информационных образов агентов-исполнителей, в результате чего их возможности и намерения по отношению к совместной деятельности с другими агентами сведены к профессиональным стандартам, служебным требованиям и обязанностям.

Похожие свойства имеет и договорная форма координации, используемая как в составе гибрида вместе со стигмергией для согласования обменов типа «РПЖ \leftrightarrow права на РПЖ», так и для согласования дополнительной производственной деятельности как первого, так и второго уровня. Договорная форма выполняет свои функции в результате договоренностей между агентами по типу «все со всеми», достигаемых в процессе прямых коммуникаций участников совместной деятельности (см. выше пример 1 для форм координации). Экономическая ценность договорной формы координации в ее классическом виде ограничена ее работоспособностью только для небольших групп участников совместной деятельности, что, в частности, вызвано ее способностью согласовывать возможности и намерения агентов в их достаточно полном виде.

Улучшение вычислительных возможностей агентов и перенос их коммуникаций в виртуальную среду, аналогично, как и для стигмергии, позволяет для иерархической и договорной формы:

- а) сохранить успешность координации при увеличении количества участников совместной деятельности, т.к. возникающие при этом более сложные задачи согласования будут решаться с помощью более высоких вычислительных возможностей;
- б) повысить полноту учета возможностей и намерений агентов исполнителей, т.к. более высокие вычислительные возможности снижают ограничения на сложность задач согласования и, следовательно, агенты могут использовать свои более реалистичные информационные образы, а также виртуальная среда позволяет агентам с меньшими затратами создавать и распространять свои более сложные информационные образы;
- в) обеспечить более высокую устойчивость координации при возникновении непредсказуемых изменений в условиях для совместной деятельности, т.к. в виртуальной среде скорость коммуникаций между агентами выше и область распространения информации шире, а более высокие вычислительные возможности позволяют выполнять пересогласования совместной деятельности за более короткое время.

Таким образом, для всех рассмотренных выше основных форм координации отмечена возможность существенного улучшения их характеристик, если коммуникации агентов переносятся в виртуальную общую среду, а также если агенты получают более высокую скорость вычислений для решения задач согласования их деятельности.

5.3. Виртуальная среда

Перенос коммуникаций агентов в виртуальную среду может быть реализован как создание распределенной глобальной онлайн-компьютерной системы, которая, с одной стороны, позволит улучшить методы сбора информации как об агентах, так и о среде жизнедеятельности, а с другой – даст агентам более развитые средства обмена информацией в виртуальной среде. Это предполагает создание виртуальной среды, которая даст агентам лучшие коммуникации как прямые, так и косвенные, в сравнении с традиционными средствами коммуникаций.

Первый шаг к этому уже сделан созданием глобальной сети Интернет и постепенным переносом в среду Интернет экономической деятельности агентов. Дальнейшее развитие предполагает совершенствование необходимых сигнальных систем, правил поведения участников совместной деятельности, а также развитие процессов обмена информацией между агентами, характеристики которого определяют полноту и актуальность информационных образов участников совместной деятельности, получаемых агентами из общей среды. Созданное таким образом общее виртуальное пространство позволит всем агентам независимо от их географического положения использовать в полной мере современный потенциал ИКТ при согласовании ими своей деятельности.

Представление информационных образов намерений и возможностей агентов по отношению к их совместной деятельности с другими агентами в общей виртуальной среде предполагает превращение этих образов в цифровые объекты. Агенты представляют и обновляют информацию о своих намерениях и возможностях для совместной деятельности с помощью компьютерных интерфейсов. Поддерживаемые таким образом цифровые образы существуют в компьютерной системе как часть общего виртуального пространства и к ним применимы все возможности современных ИКТ.

5.4. Цифровизация информационных образов

Цифровизация информационных образов агентов существенно упрощает процедуры их обработки и распространения среди потенциальных участников совместной деятельности. Позволяет программным образом модифицировать и синхронизировать полноту информационных образов агентов между собой с целью создания наилучших условий для согласования совместной деятельности в зависимости от ее вида и условий ее осуществления.

Возможности программной модификации цифровых образов позволяют реализовать адаптивную подстройку их точности, в целях динамической подгонки сложности задачи согласования к условиям совместной деятельности заданной группы агентов. Такая процедура может подстраивать параметры согласования деятельности для каждого агента индивидуально и наилучшим образом, в зависимости от его персональных возможностей и намерений. Компьютерный мониторинг изменений в информационных образах агентов и в среде жизнедеятельности позволит организовать своевременное обнаружение возмущений, нарушающих условия согласованной деятельности, а также инициировать пересогласование совместной деятельности агентов. Это обеспечит динамическое поддержание деятельности агентов в согласованном виде при возникновении различных возмущений.

Дополнительно к этому возможно повышение скорости вычислений для решения задач согласования деятельности агентов, что предполагает использование мощностей современных компьютеров для увеличения скорости вычислений при решении задачи

согласования деятельности, в том числе, за счет использования современных алгоритмов поиска наилучших вариантов совместной деятельности. Подобная компьютерная система должна включать сбор цифровых образов агентов из общей виртуальной среды в единую систему, а также предоставление агентам онлайн-сервисов и современных средств имитационного моделирования для проигрывания возможных вариантов их совместной деятельности. Это даст каждому агенту возможность использовать в полной мере потенциал ИКТ для определения оптимальных вариантов своего участия в совместной деятельности. Применение в процессе этого компьютерных технологий позволяет существенно увеличить количество факторов, учет которых необходим для принятия оптимального решения о совместной деятельности агентов. Это позволяет агенту полнее учитывать различные возмущения, включая изменения во внешней среде и/или в поведении/состоянии других агентов.

5.5. Изменения в процессах координации

Описанные перспективы позволяют рассмотреть: а) возможные изменения в составе КД; б) в основных формах координации; а также в) в структуре процессов экономической координации.

Одним из ожидаемых последствий является постепенное стирание определенных качественных различий между различными формами координации, которое происходит в результате переноса КД в виртуальную среду и приобретения ее элементами цифровой формы. Фактически, при этом происходит цифровая унификация отдельных элементов КД.

Например, традиционные для договорной формы ментальные представления информационных образов агентов в виртуальной среде превращаются в цифровые образы, которые отчуждены от сознания агентов. Компьютерные технологии и программные алгоритмы дают агентам в виртуальной среде более совершенные возможности для формирования как индивидуальных, так и коллективных ментальных моделей. При этом современный уровень развития ИКТ позволяет агентам в виртуальной среде сохранять интенсивность прямых коммуникаций между собой не хуже, чем в реальной среде. С учетом отсутствия в виртуальной среде географических ограничений на коммуникации между агентами, возможности для всех видов обмена информацией являются здесь существенно более развитыми, чем в реальной среде.

С другой стороны, аналогичные процессы для стигмергии приводят к появлению информационных образов агентов и следов их деятельности в виртуальной среде также в цифровой форме.

Таким образом, если в классическом случае информационные образы агентов для договорной или иерархической формы качественно отличаются от информационных образов агентов для стигмергии (первые существуют ментально в сознании, а вторые - на определенном носителе в общей среде), то в виртуальной среде эти качественные отличия исчезают, т.к. в обоих случаях информационные образы являются однотипными цифровыми объектами.

Аналогично, при переносе коммуникаций агентов в виртуальную среду исчезают отличия в способе коммуникаций между основными формами координации. Характерные для договорной и иерархической формы прямые коммуникации остаются, но они опосредуются средствами виртуальной среды. Средства виртуальной среды позволяют агентам осуществлять коммуникации и в косвенном виде, оставляя друг другу текстовые

сообщения или метки другого вида. Виртуальная среда позволяет агентам легко переключаться между прямыми и косвенными коммуникациями, или использовать их совместно. Как уже отмечалось, возможности современных ИКТ позволяют агентам поддерживать такие виртуальные коммуникации (как в прямом, так и в косвенном виде) с интенсивностью и качеством сравнимом с традиционными прямыми коммуникациями.

Косвенные коммуникации, лежащие в основе стигмергии, качество которых для классического случая является достаточно низким, в виртуальной среде получают все те же возможности, что и для договорной/иерархической формы. Таким образом, все рассматриваемые формы координации в виртуальной среде имеют одинаковые возможности для коммуникаций в их достаточно развитом виде.

Данный анализ позволяет сделать вывод, что одним из результатов переноса коммуникаций агентов в виртуальную общую среду и, как следствие, определенной цифровой трансформации КД является унификация ее элементов и уменьшение разнообразия элементов координирующей деятельности. Например, формы координации договорная/иерархия и стигмергия, которые в классическом случае являются качественно различными, становятся близки по содержанию процесса координации. Они могут частично сливаться, т.к. происходит цифровая унификация (совпадения содержания) некоторых элементов координирующей деятельности, входящих в разные формы координации.

Использование мощностей современных компьютеров для решения задач согласования совместной деятельности агентов, которое становится возможным в результате получения элементами КД цифровой формы, уменьшает ограничения основных форм координации, связанные со скоростью вычислений. Как ожидается, повышение скорости вычислений приведет к тому, что договорная/иерархическая форма сможет успешно работать для существенно большего количества агентов, а стигмергия сможет согласовывать существенно большую часть намерений и возможностей агентов.

Из этого следует важный вывод: в условиях перехода к виртуальным коммуникациям и использованию компьютеров для решения задач согласования некоторые из форм координации, являющихся сейчас основными, могут оказаться лишними и потеряться в результате слияния форм координации друг с другом.

Анализируемые тенденции показывают возможность серьезных изменений как в содержании, так и в структуре процессов координации, которые работают в экономике в настоящее время. В самом общем виде цифровая трансформация координирующей деятельности может дать следующий результат:

Координирующая деятельность агентов полностью реализуется в единой для них виртуальной среде. Здесь, независимо от вида совместной деятельности агентов, координирующая деятельность регулируется сигнальной системой и правилами поведения, которые могут быть едины для всех участников виртуальной среды. Вместо прямых и косвенных коммуникаций в их традиционном виде, агенты используют единые средства виртуальных коммуникаций для распространения информации о своих намерениях и возможностях. Таким образом, они создают и актуализируют в виртуальной среде свои максимально точные цифровые информационные образы. Система согласования деятельности агентов в зависимости от вида совместной деятельности агента алгоритмически подбирает варианты зависимостей между информационными образами (например, представляя их в виде иерархической структуры), а также создает упрощенные

версии информационных образов. Эти результаты преобразования информационных образов агентов используются для поиска наилучших вариантов совместной деятельности в процессе компьютерного решения задач максимизации суммарной выгоды агентов от их совместной деятельности. В результате решения этой задачи агенты получают предложения по вариантам их совместной деятельности для принятия решения и практической реализации своего вклада в совместную деятельность.

5.6. Институт прав на РПЖ

Представляет интерес рассмотреть при каких условиях процесс координации экономической деятельности для СРТ в целом может быть реализован без института прав на РПЖ. Как отмечалось выше, институт прав на РПЖ позволяет перевести определенную часть производственной деятельности к виду разложимому на вклады участников, что дает возможность использовать стигмергию для согласования этой деятельности. Также, институт прав на РПЖ позволяет снизить сложность задачи согласования, разбив координацию экономической деятельности на относительно независимые этапы (производство, обмена, потреблений).

Для отказа от института прав на РПЖ необходимо, чтобы согласование производственной деятельности, а также согласование оценок вкладов каждого агента в результат их совместной производственной деятельности выполнялось в рамках единого процесса координации. В этом случае, для каждого агента-участника совместной деятельности в рамках СРТ будет согласована его доля от общего РПЖ, созданного всеми участниками СРТ. Тогда, в процессе координации экономической деятельности будут не нужны этапы, на которых происходит согласование обменных операций и совместного потребления, т.к. права агента на использование коллективно созданного РПЖ уже согласованы.

В договорной и иерархической формах, в их классическом виде, именно так и происходит согласование деятельности агентов. Таким образом, один из вариантов отказа от использования института прав на РПЖ, т.е. от денежно-финансовой системы, состоит в создании условий, при которых договорная/иерархическая форма согласования была бы успешной для всех участников СРТ. Теоретически, это возможно в результате описанной выше цифровой трансформации этих форм: когда имеющиеся у агентов вычислительные мощности позволяют им согласовывать деятельность всех участников СРТ, например, в договорной форме.

Другой вариант создания механизмов экономической координации без использования института прав на РПЖ состоит в цифровой трансформации стигмергии с целью дать агентам возможность с помощью косвенных коммуникаций на базе ИКТ «наблюдать за поведением друг друга» в целях выработки коллективного решения о распределении РПЖ между участниками совместной деятельности. В этом случае стигмергия, оставаясь формой координации, которая работает для всех участников СРТ, позволяет агентам преодолеть проблему неразложимости результата их коллективной деятельности по вкладам участникам и это избавляет агентов от необходимости использовать институт прав на РПЖ.

С практической точки зрения, отказ от института прав на РПЖ является экономически целесообразным действием, т.к. это возвращает процессу согласования экономической деятельности его исходное содержание, исключает из него промежуточные этапы и связанные с ними возможности для нарушений или злоупотреблений в процессе

согласования, создаваемых, например, денежно-финансовой системой, а также позволяет избежать общество от затрат на поддержание денежно-финансовой системы.

Подобные вероятные в будущем изменения в процессах экономической координации безусловно означают существенное изменение действующего экономического порядка, в котором, в частности, будет отсутствовать глобальная денежно-финансовая система, как минимум, в ее современном виде. Некоторое представление о деталях этого нового экономического порядка можно получить, представив распространение на всю экономику принципов совместной деятельности в малых группах на основе договорной формы координации.

6. Научный вызов: осознанное развитие экономической координации

Представленный выше анализ является примером исследования последствий от совершенствования процессов координации в экономике. Эта область пока не является научным мейнстримом, но результаты данного исследования показывают, что она обладает высокой общественной важностью. Исследования в этом направлении позволяют определить способы повышения выгоды экономики в целом и индивидуальных агентов от экономической деятельности путем совершенствования процессов координации.

Кроме этого, тема совершенствования процессов координации имеет явный общечеловеческий контекст. Человек существует в стохастической среде и имеет врожденное стремление к выживанию. Интеллект и мускульная энергия человека являются основным ресурсом для этого. Коммуникации являются средством объединения интеллекта/мускульной энергии людей для совместного (коллективного) разрешения глобальных проблем и угроз. Механизмы координации отвечают за то, чтобы коммуникации и совместная деятельность людей дали необходимый эффект. От совершенства механизмов координации и сотрудничества людей зависит степень использования потенциала человечества в его коллективном стремлении к развитию и борьбе за выживание.

Современный уровень ИКТ и созданная методологическая база, дающая более точное представление о содержании процессов координации и связанных с ними движущих силах, позволяют человечеству ставить перед собой задачу осознанного совершенствования процессов координации в экономике. Данная задача затрагивает интересы всех агентов глобальной экономики т.к. относится ко всем участникам современной СРТ.

Действующая в экономике система процессов координации, как ранее отмечалось, является результатом поиска агентами компромисса между конфликтующими между собой факторами, от которых зависит получение максимальной выгоды от совместной деятельности агентов. С учетом максимизирующего характера поведения агентов в экономике, задача совершенствования процессов координации предполагает постоянные усилия агентов следующих видов:

- повышение полноты и качества координации в экономике в целях максимального использования возможностей и намерений агентов по отношению к их совместной деятельности в рамках СРТ;
- совершенствование процессов и механизмов координации для максимально полного использования текущих возможностей, предоставляемых ИКТ;

- развитие факторов, от которых зависит верхний предел возможного качества координации в экономике (например, развитие ИКТ, мощности компьютеров, алгоритмов, скорости вычислений для задач согласования и т.п.).

Постоянство отмеченных выше видов деятельности агентов означает, что координирующая деятельность сама по себе также является совместной деятельностью агентов. Следовательно, для координирующей деятельности, как и для основной координируемой деятельности, должен существовать свой процесс координации, который является дополнительным к процессу координации основной деятельности. Таким образом, создание или изменение самой координирующей деятельности требует согласования деятельности агентов с помощью координирующей деятельности второго уровня. Из этого вытекает, что в широком смысле агенты ведут несколько видов координирующей и координируемой деятельности. Данные представления изложены в (Паринов, 2021 с. 31-33) в форме уточнения картины социально-экономического мира.

С учетом отмеченного, возможная исследовательская программа для научной поддержки задачи совершенствования процессов координации должна включать, как минимум, следующие направления исследований:

1. Разработка подходов для измерения эффективности системы действующих процессов координации в экономике как соизмерение затрат на их поддержку с размером выгоды от координируемой совместной деятельности агентов, которую эти процессы координации позволяют получить агентам. Характеристикой качества координации также может выступать полнота использования возможностей и намерений агентов в их совместной деятельности, которую позволяет получить система координации.
2. Разработка мер по совершенствованию системы процессов координации для приближения полноты координации к верхнему пределу, определяемому текущими значениями факторов (количество участников совместной деятельности, сложность задачи согласования, скорость вычислений, интенсивность стохастики). Разработка подходов для тестирования полноты координации при существующих условиях и для определения резервов для улучшения координации при текущих условиях.
3. Разработка способов развития факторов, повышающих верхний предел текущих возможностей координации для обеспечения полноты координации. К этому, в первую очередь, относится повышение скорости вычислений и снижение интенсивности контролируемых стохастических изменений в среде жизнедеятельности.

7. Заключение

Система процессов координации экономической деятельности в целом представляет собой сложный гибрид. В нее входит процесс координации для СРТ, использующий сочетания разных форм координации, который обеспечивает получение агентами выгоды от расширения и углубления системы разделения труда. При этом, недостатки координации для СРТ создают ниши для дополнительной экономической деятельности агентов. Если эта дополнительная деятельность координируется договорной или иерархической формой, то она позволяет агентам получать дополнительную выгоду. Чем выше степень упрощения задачи согласования в процессе координации для СРТ, тем больше ниши для применения других форм координации, и наоборот. Таким образом, в современной системе процессов координации в экономике существует определенный симбиоз различных форм координации, который и представляет собой суть рыночной координации. Система рыночной координации может быть представлена как своего рода

«контейнер», в который встраиваются основные формы координации. Агенты развивают эту систему процессов координации для получения максимально возможной выгоды от совместной деятельности. Основными факторами, определяющими выгоду агентов от совместной деятельности, являются: количество участников совместной деятельности; полнота информационных образов агентов; степень сложности задачи согласования их деятельности; текущие вычислительные возможности агентов, а также интенсивность непредсказуемых изменений в общей среде.

Полученные в данном исследовании методологические результаты позволяют, с учетом действующих тенденций, сделать выводы о влиянии современных ИКТ на возможное изменение структуры процессов экономической координации. Проведен анализ условий, при которых договорная и иерархическая формы являются успешными при существенном увеличении количества участников совместной деятельности. Выполнен анализ условий, при которых стигмергия сможет выполнять координацию совместной деятельности агентов без существенного упрощения намерений и возможностей участников совместной деятельности.

Таким же образом проанализирована возможность реализации процессов координации экономической деятельности без института прав на РПЖ, т.е. без глобальной денежно-финансовой системы. Выяснено, что для отказа от института прав на РПЖ необходимо, чтобы агенты-участники СРТ согласовывали свою совместную производственную деятельность, а также свои оценки относительно вкладов каждого в результат их совместной производственной деятельности, в рамках единого процесса координации. Предположив развитие ИКТ в продолжение действующих тенденций, теоретически, решение такой задачи возможно путем цифровой трансформации координирующей деятельности. Теоретическая возможность перехода в будущем к экономике без глобальной денежно-финансовой системы является многообещающим вариантом развития и требует дальнейших исследований.

Совершенствование процессов экономической координации можно считать одной из важнейших задач человечества. Человечество борется за выживание в стохастической среде, в которой постоянно существуют и появляются новые глобальные вызовы и угрозы. Развитость способов согласования деятельности людей напрямую определяет их способность действовать коллективно для обеспечения своей жизнедеятельности, включая решения глобальных проблем.

Совершенствование процессов экономической координации, по сути, должно быть постоянной деятельностью, т.к. постоянный процесс развития ИКТ, компьютерных систем и алгоритмов регулярно создает новые условия для очередного улучшения процессов координации. Такая постоянная деятельность требует научной поддержки и определенной исследовательской программы, которая, в частности, включает меры по обновлению традиционной теоретической картины социально-экономического мира.

Благодарности

Автор благодарит участников семинара в ЦЭМИ РАН под руководством академика РАН В.Л. Макарова за плодотворное обсуждение данного текста, а также д.э.н. Устюжанину Е.В. за ценные замечания, которые помогли восполнить некоторые пробелы.

Литература

Алчиан, А., & Демсец, Г. (2004). Производство, информационные издержки и экономическая организация. Истоки: Экономика в контексте истории и культуры.–М.: ГУ ВШЭ, 166-207. https://25hse.ucoz.ru/_ld/0/3_al4ian-demsetz.pdf

Власова Н.Ю., Молокова Е.Л. Механизмы координации стейкхолдеров рынка высшего образования: теоретические подходы к идентификации // Управленец. 2019. Т. 10. №2. С. 21–30. DOI: 10.29141/2218-5003-2019-10-2-3. <http://upravlenets.usue.ru/images/78/3.pdf>

Дементьев, В. Е., Евсюков, С. Г., & Устюжанина, Е. В. (2017). Гибридные формы организации бизнеса: к вопросу об анализе межфирменных взаимодействий. Российский журнал менеджмента, 15(1).

Паринов С.И. (2021). Основания общей теории социально-экономической координации. // Электронный препринт Соционет, с. 39. [Parinov, S. (2021). Foundation of a general theory of socio-economic coordination. // Preprint at Socionet, pp. 39. In Russian] <https://socionet.ru/publication.xml?h=repec:rus:frzyhd:13>

Паринов С.И. (2020). Общая теория согласования социально-экономической деятельности: коллективные ментальные модели. // Электронный препринт Соционет, с. 35. [Parinov, S. (2020). General theory of socio-economic coordination activity: shared mental models. Preprint at Socionet, pp. 35. In Russian] <https://socionet.ru/publication.xml?h=repec:rus:frzyhd:1>

Паринов С.И. (2002). К теории сетевой экономики. Новосибирск, ИЭОПП СО РАН, с. 165. [Parinov, S. (2002). Towards a theory of the networked economy. Novosibirsk, IEIE SB RAS, pp. 165. In Russian] <https://play.google.com/books/reader?id=O1vmIgAAAEAJ>

Полтерович, В. М. (2018). К общей теории социально-экономического развития. Часть 1. География, институты или культура? Вопросы экономики, (11), 5-26.

Ходаков, В. Е., Соколова, Н. А., & Кирийчук, Д. Л. (2014). О развитии основ теории координации сложных систем. Проблеми інформаційних технологій, (2), 12-21. <http://epr.kntu.net.ua/136/1/02.pdf>

Adler, P. S. (2001). Market, hierarchy, and trust: The knowledge economy and the future of capitalism. // Organization science, 12(2), 215-234. <http://www-bcf.usc.edu/~padler/research/MHT-2.pdf>

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.

Crowston, K., Rubleske, J., & Howison, J. (2015). Coordination theory: A ten-year retrospective. // In Human-computer interaction and management information systems: Foundations (pp. 134-152). <https://surface.syr.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1079&context=istpub>

Elliott M. (2016) Stigmergic Collaboration: A Framework for Understanding and Designing Mass Collaboration. // In: Cress U., Moskaliuk J., Jeong H. (eds) Mass Collaboration and Education. Computer-Supported Collaborative Learning Series, vol 16. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-13536-6_4

Elliot, M. (2006). Stigmergic collaboration: The evolution of group work. M/C Journal, Vol. 9, 2. <http://journal.media-culture.org.au/0605/03-elliott.php>

- Heylighen, F. (2016). Stigmergy as a universal coordination mechanism I: Definition and components. *Cognitive Systems Research*, 38, 4-13.
- Johnson-Laird, P. N. (1980). Mental models in cognitive science. *Cognitive science*, 4(1), 71-115.
- Mantzavinos, C., North, D. C., & Shariq, S. (2004). Learning, institutions, and economic performance. *Perspectives on politics*, 2(1), 75-84. <https://philarchive.org/archive/MANLIA-3>
- Malone, T. W., & Crowston, K. (1994). The interdisciplinary study of coordination. // *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 26(1), 87-119. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/174666.174668>
- Marsh, L., & Onof, C. (2008). Stigmergic epistemology, stigmergic cognition. // *Cognitive Systems Research*, 9(1-2), 136-149. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/10004/1/3z2fx4r7prqwob3vfdq.pdf>
- Mathieu, J. E., Heffner, T. S., Goodwin, G. F., Salas, E., & Cannon-Bowers, J. A. (2000). The influence of shared mental models on team process and performance. // *Journal of applied psychology*, 85(2), 273.
- Mohammed, S., Ferzandi, L., & Hamilton, K. (2010). Metaphor no more: A 15-year review of the team mental model construct. // *Journal of management*, 36(4), 876-910.
- Mullainathan, S., & Thaler, R. H. (2000). Behavioral economics. NBER Working Paper 7948, p. 13. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w7948/w7948.pdf
- Powell, W. W. (1991). Neither market nor hierarchy: Network forms of organization. *ThFr91*, 265-276. <http://habibisir.lecture.ub.ac.id/files/2016/09/Neither-Market-Nor-Hierarchy-Network-Forms-of-Organizations.pdf>
- Provan, K. G., & Kenis, P. (2008). Modes of network governance: Structure, management, and effectiveness. *Journal of public administration research and theory*, 18(2), 229-252. <https://pdfs.semanticscholar.org/4d1f/4ffdf8359be1c17773fc0ce63f223a844b9b.pdf>
- Salas, E., Sims, D. E., & Burke, C. S. (2005). Is there a "big five" in teamwork? // *Small group research*, 36(5), 555-599.
- Thaler, Richard H. (2016). "Behavioral Economics: Past, Present, and Future." *American Economic Review*, 106 (7): 1577-1600. DOI: 10.1257/aer.106.7.1577 <https://pdfs.semanticscholar.org/3854/52814f6b9311d7d5bb7c747c5b98f69ef49b.pdf>
- Ustyuzhanina, Y. V., & Komarova, I. P. (2018). The digital revolution influence on development of the network economy. *Journal of new economy*, 19(6).
- Weigand, H., van der Poll, F., & de Moor, A. (2003). Coordination through communication. In *Proceedings of the 8th International Working Conference on the Language-Action Perspective on Communication Modelling*. Tilburg, The Netherlands. <https://pure.uvt.nl/ws/portalfiles/portal/517398/LAP2003poll.pdf>