



Munich Personal RePEc Archive

General theory of socio-economic coordination activity: shared mental models

Parinov, Sergey

CEMI RAS

April 2020

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/112147/>
MPRA Paper No. 112147, posted 03 Mar 2022 13:40 UTC

General theory of socio-economic coordination activity: shared mental models

Sergey Parinov¹, CEMI RAS

Version 1, 2020.04.07

Abstract: The revolution in information and communication technologies that has taken place in the world over the past 30 years has led to a radical increase in the level of connectedness of people in society. The significantly increased intensity of direct communications as a result of this, as well as the expansion of the communication scope, means a significant increase in the degree of awareness of people about each other's actions. However, these changes have not yet led to comparable improvements in the coordination of the activities of socio-economic agents. One of the main reasons is the lack of socio-economic institutions and mechanisms that use the potential of direct communications between agents. Coordination of the activities of agents based on the direct communications between them is fundamentally different from how it happens with the help of market or hierarchal methods of coordination. It is known that joint activities in direct communications, for example, in the case of small groups, are based on the use of a shared mental model. The article proposes an approach to creating a theoretical description of the coordination of socio-economic activities in the context of direct communications between economic agents. The instrument of coordination in this case is the shared (collective) mental model. The proposed theory is quite general, allowing, on the one hand, to explain market and hierarchal mechanisms of economic coordination as special cases, and, on the other hand, to analyze the possibilities of constructing coordination mechanisms with given properties. As one of the applications of this theory, the article considers an ideal way of coordinating activities, which leads to a discussion of a single universal coordination mechanism that replaces the currently operating market and hierarchal mechanisms. The practical implementation of such a mechanism promises to increase the efficiency of socio-economic activity and accelerate economic development.

Keywords: coordination of activities, coordination mechanisms, mental model, shared mental model, market coordination, hierarchal coordination, ideal coordination mechanism

JEL: P0, O1, O3

Notice: To keep the page numbers of this version of the paper compatible with the same paper at Socionet, this paper's page numbers start from 0.

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

Общая теория согласования социально-экономической деятельности: коллективные ментальные модели

С.И. Паринов², ЦЭМИ РАН

Версия 1, 2020.04.07

Аннотация: Революция в информационно-коммуникационных технологиях, произошедшая в мире за последние 30 лет, привела к радикальному повышению уровня связанности людей в обществе. Существенно выросшая в результате этого интенсивность прямых коммуникаций, а также расширение их масштабов, означают значительное повышение степени информированности людей о действиях друг друга. Однако, эти изменения пока не привели к сопоставимым по масштабам улучшениям в согласовании (координации) деятельности социально-экономических агентов. Одна из основных причин – отсутствие социально-экономических институтов и механизмов, использующих потенциал прямых коммуникаций между агентами в масштабах всей экономики. Согласование деятельности агентов при прямых коммуникациях между ними принципиально отличается от того, как это происходит с помощью рыночного или командного способов координации. Известно, что совместная деятельность при прямых коммуникациях, например, в случае малых групп, основана на использовании коллективной ментальной модели. В статье предлагается подход к созданию теоретического описания согласования социально-экономической деятельности в условиях прямых коммуникаций между экономическими агентами. Инструментом согласования в данном случае является коллективная ментальная модель. Предложенная теория является достаточно общей, позволяя, с одной стороны, объяснить как частные случаи рыночный и командный механизмы экономической координации, а с другой - анализировать возможности построения механизмов координации с заданными свойствами. Как одно из приложений данной теории в статье рассматривается идеальный способ согласования деятельности, который приводит к обсуждению единого универсального механизма координации, заменяющего действующие в настоящее время рыночный и командные механизмы. Практическая реализация подобного механизма обещает рост эффективности социально-экономической деятельности и ускорение экономического развития.

Ключевые слова: согласование деятельности, механизмы координации, ментальная модель, коллективная ментальная модель, рынок, командная система, идеальный механизм координации

JEL: P0, O1, O3

Примечание: Старое название этого препринта было «Общая теория согласования социально-экономической деятельности». Оно было изменено (уточнено) 14.11.2021 г.

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	2
2. Обзор литературы	5
3. Основные гипотезы общей теории согласования деятельности	11
4. Коллективная ментальная модель как механизм согласования совместной деятельности	13
5. Фундаментальные ограничения на использование коллективной ментальной модели	15
6. Способы преодоления фундаментальных ограничений	18
7. Рыночный и командный механизмы как частные случаи коллективной ментальной модели	19
8. Теоретическое конструирование механизма согласования деятельности со свойствами рыночного механизма координации.....	22
9. Сочетание разных видов механизма согласования деятельности	25
10. Идеальный механизм согласования деятельности	27
11. Заключение.....	33
Литература	34

1. Введение

Последние 30 лет глобального развития Интернета дали людям принципиально новый уровень возможностей для обмена информацией всех видов и во множестве конфигураций. Похоже, что человечество впервые в своей истории получило столь развитые средства для коммуникаций. В результате, действующие лица (экономические агенты) мировой экономической системы, сформированной мировыми торговыми связями и глобальной экономической кооперацией, получили качественно новый уровень связанности между собой. Эта связанность имеет место на всех уровнях и во всех видах отношений, существующих между экономическими агентами (индивидами, внутри и между группами и «все со всеми»).

Рост связанности между людьми, в первую очередь, означает лучшую осведомленность людей о намерениях и действиях друг друга. С точки зрения экономической системы это означает лучшие возможности для согласования (координации) совместной деятельности между участниками глобальной системы общественного разделения труда. Цифровизация экономики, проявляющаяся, в том числе, как улучшение связанности между бизнесами (b2b) и между клиентами и бизнесами (p2b), также создает условия для повышения эффективности механизмов экономической координации, что означает постепенное формирование постцифровой экономики (Паринов 2020).

На фоне такого стремительного роста связанности всех действующих лиц экономики, тем не менее, следует признать, что реальных улучшений в согласовании деятельности

экономических агентов, которые были бы соразмерны произошедшим революционным изменениям в информационно-коммуникационных технологиях (ИКТ), пока не наблюдается.

Одна из причин этому – отсутствие экономических институтов и механизмов, использующих потенциал прямых коммуникаций между агентами в масштабах всей экономики. Новые возможности ИКТ, в первую очередь, являются средствами поддержания **прямых** постоянных коммуникаций между агентами, тогда как рыночный и командный механизмы координации основаны на коммуникациях между агентами с помощью «посредников». Известно, что согласование деятельности рыночных агентов опосредуется воздействием «невидимой руки» рынка, выполняемым с помощью ценовых сигналов. Согласование деятельности командным механизмом выполняется «видимой рукой» менеджера, управляющие сигналы которого опосредуют совместную деятельность агентов-исполнителей.

Согласования деятельности агентов с помощью рыночного и командного механизмов координации достаточно хорошо изучено экономической наукой, но в современной экономической теории пока нет ясной картины как согласование деятельности работает при прямых постоянных коммуникациях между агентами.

Для использования экономического потенциала, созданного развитием ИКТ за последние 30 лет, в том числе, требуется прояснение специфики прямых коммуникаций для согласования деятельности агентов.

Известно, что прямые постоянные коммуникации характерны для совместной деятельности людей в малых группах, которая определяется как «группа из двух или более людей, взаимодействующие друг с другом динамически, взаимозависимо и адаптивно для реализации целей, задач или миссии, являющиеся одинаково ценными для них, где каждый из участников выполняет определенные роли или функции» (Mathieu et al. 2000). Особенностью малых групп является «скоординированная, синхронная деятельность, которая является результатом постоянных усилий участников, направленных на создание и поддержание общей концепции решаемой проблемы» (Power 2017).

Участники малой группы координируют свою деятельности в результате создания и поддержания общей для них концепции или модели своей деятельности. За счет непрерывного обмена информацией между участниками в малой группе возникают общие «структуры знаний, которыми владеют члены команды и которые позволяют им формировать точные объяснения и ожидания для существующей у них задачи, а также координировать свои действия» (Jonker et al. 2011).

Эти общие структуры знаний, используемые малой группой для согласования и координации своей деятельности, возникают на основе ментальных моделей участников: «Взаимодействуя с окружающей средой, с другими участниками и с элементами технологии, люди развивают внутренние ментальные модели себя и вещей, с которыми они взаимодействуют. Эти модели обеспечивают предсказательную и объяснительную силу для понимания этих взаимодействий» (Badke-Schaub et.al 2007).

Агенты получают возможность договариваться и принимать коллективные решения за счет объединения своих частных ментальных моделей, содержащих информацию об их возможностях и намерениях, в коллективную модель среды жизнедеятельности. «Коллективная <...> ментальная модель представляет собой структуры знаний или

убеждений, которые разделяются членами команды. Эти структуры позволяют им получать точные объяснения и ожидания о стоящих перед ними задачах, а также способствуют координации их действий, адаптируя их поведение как к требованиям стоящих задач, так и других членов команды» (Badke-Schaub et al. 2007).

Таким образом, инструментом согласования деятельности при прямых коммуникациях между ее участниками является их коллективная ментальная модель (КММ). Агенты, используя свои природные способности, создают и применяют КММ для проигрывания возможных вариантов своей совместной деятельности и коллективного принятия решения о реализации согласованного варианта.

Поскольку до настоящего времени требуемая для нормальной работы КММ интенсивность прямых коммуникаций, в силу неразвитости ИКТ, была возможна только среди небольшого количества участников, то подобный механизм координации совместной деятельности оставался работоспособен только для малой группы.

Механизм согласования деятельности на основе КММ активно используется людьми на протяжении всей истории развития общества. Однако, для экономической теории он оставался практически незамеченным в «тени» рыночного и командного механизмов координации, поскольку до сих пор данный механизм оказывал малозаметное воздействие на экономику.

Развитие ИКТ последних десятилетий существенно улучшило условия для прямых постоянных коммуникаций между агентами. Это дает КММ шанс занять более значимое место среди применяемых в экономике механизмов координации. Для полноценного использования этого шанса необходим пересмотр и развитие теории экономических механизмов координации для включения в нее ментальных моделей агентов и КММ как механизма согласования деятельности.

Агент в своем создании и в своей ментальной модели среды жизнедеятельности содержит психологическое отражение внешнего мира, включая множества механизмов согласования (координации), которые воздействуют на него в процессе его экономической деятельности. Считая, что агенты обладают свободой воли, следует признать, что ментальная модель агента, существующая в его сознании, является первичным и единственным механизмом согласования его деятельности с другими агентами. Агент включает свою ментальную модель в различные КММ и таким образом осуществляет разные способы координации своей деятельности с другими агентами.

Можно утверждать, что КММ в том или ином виде лежит в основе всех механизмов согласования социально-экономической деятельности. Коллективная ментальная модель является первичным способом согласования. Следовательно, другие механизмы координации, например, рыночный или командный, могут быть представлены как разновидности КММ.

Данные соображения дают основания для создания общей теории, которая позволила бы объяснить существующее в экономике разнообразие механизмов согласования деятельности как частные случаи КММ.

Подобная общая теория необходима, чтобы ответить, в том числе, на следующие актуальные для современной экономической теории и практики вопросы:

- существуют ли пока неизвестные механизмы согласования (координации) деятельности, в дополнение к уже известным, которые также могли бы работать в экономике?

- от чего зависит эффективность работы механизмов координации, как их конструировать и какие существуют факторы повышения их эффективности в теории и на практике?

Ответы на подобные исследовательские вопросы необходимы, в том числе, для решения важной практической задачи: что надо сделать, чтобы экономическая система в бОльшей степени использовала эффект от улучшившихся, в связи с развитием ИКТ, коммуникаций?

Поскольку действующие традиционные механизмы согласования деятельности экономических агентов сложились задолго до появления новых коммуникационных технологий, то имеет право и такая постановка вопроса: как на базе современных ИКТ можно было бы заново сконструировать механизмы согласования совместной деятельности, обладающие бОльшей эффективностью, чем существующие?

В следующих разделах обсуждаются: 1) известные результаты исследования ментальных моделей агентов и, в частности, коллективных ментальных моделей, которые выполняют функцию механизма согласования деятельности при прямых коммуникациях; 2) основные положения общей теории согласования деятельности; 3) теоретическая модель рыночного и командного механизмов как частных случаев КММ; 4) представления об идеальном механизме согласования деятельности; 5) возможности конструирования единого механизма согласования (координации) деятельности в экономике. В заключении подводятся основные итоги настоящего исследования.

2. Обзор литературы

Современная научная литература содержит достаточное количество подтверждений актуальности анализа влияния развития ИКТ, повышения уровня коммуникаций и связанности между экономическими агентами, и, в том числе, роли ментальных моделей и коллективных ментальных моделей для совместной деятельности людей.

Например, Институт будущего (Institute for the Future) описывает тенденции появления «экономики групп» (Group Economy), возникающей благодаря новым средствам и инструментам для социально-экономической кооперации, которые снижают издержки формирования групп на базе общих интересов и общей деятельности. Подчеркивается, что в результате существующие организации будут трансформироваться, становясь менее иерархичными, но более гибкими с более высоким уровнем сотрудничества.³ В другом обзоре Института будущего описывается формирование «экономики сотрудничества» (Collaborative Economy)⁴, для которой характерны «сдвиги производства, торговли и финансов от легитимных корпораций к легитимным индивидам».

Для более подробного анализа сути отмечаемых в отчетах Института будущего «экономики групп» и сдвигов от корпораций к «легитимным индивидам» требуется разобраться в специфике деятельности агентов в малых группах. Одна из областей, где в последние годы эти исследования ведутся наиболее активно, – наука о командной деятельности (Science of Team Science⁵).

³ The Next Twenty Years of. Technology-Led Economic Development. Institute for the Future. 2009 <http://www.iftf.org/uploads/media/SR-1236%20Future%20Knowledge%20Ecosystems.pdf>

⁴ 2015 Map of the Decade. Institute for the Future. 2015.

http://www.iftf.org/fileadmin/user_upload/downloads/tyf/2015_IFTF_TYF_Map-of-the-Decade.pdf

⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Science_of_team_science

Данная научное направление изучает механизмы командной координации и, в частности, ментальные модели: «Понятие ментальной модели команды было введено для отражения неявной координации, часто наблюдаемой в эффективных командах, а также для дальнейшего понимания как команды действуют в сложных, динамических и неопределенных условиях» (Mohammed et al. 2010).

Объектом исследования здесь являются как спортивные, так и команды других типов, но создаваемая в этих исследованиях теория командной деятельности, на наш взгляд, прямо переносима на деятельность экономических агентов в малых группах.

В исследованиях командной деятельности ментальная модель определяется как «механизм, посредством которого люди генерируют описания назначения и формы системы, объяснения функционирования системы и наблюдаемых состояний системы, а также предсказания будущих состояний системы» (Mathieu et al. 2000 p. 360).

Назначение ментальных моделей определяется следующим образом: «ментальные модели служат трем важнейшим целям: они помогают людям описывать, объяснять и предсказывать события в их среде» (Mathieu et al. 2000 p. 273).

Другие авторы отмечают: «ментальные модели - это то, что люди используют для организации или кодирования информации, такой как динамика среды, в которую они встроены, как модели реагирования, необходимые для управления этой динамикой, а также цель команды и взаимозависимости между ролями членов команды» (Salas et al. 2005).

Объединяя свои частные ментальные модели, агенты получают возможность коллективно проигрывать возможные совместные действия: «... чтобы эффективно адаптироваться, члены команды должны предвидеть, что будут делать их товарищи по команде и что им потребуется для того, чтобы это реализовать» (Mathieu et al., 2000, p. 274). Salas et al. (2005) отмечают: «совместная работа требует, чтобы члены команды координировали свои действия, предвидя и прогнозируя потребности друг друга на основе общего понимания окружающей среды и ожиданий в отношении эффективности. Такое общее понимание или представление целей команды, задач отдельных членов команды и координации команды для достижения общих целей часто называют [коллективными] ментальными моделями».

Коллективная (или еще «командная») ментальная модель определяется (см. Mohammed et al. 2010) следующим образом: это организованные мысленные представления ключевых элементов в соответствующей среде команды, которые являются общими для всех членов команды. Это также – общее для всех членов команды понимание ключевых элементов среды деятельности команды, и ментальное представление знаний об этом. Команды, члены которых надлежащим образом представляют себя в командной ментальной модели, лучше предвидят потребности и действия других членов команды, тем самым повышая ее производительность (Mohammed et al. 2010).

Исследователи отмечают ряд функций, которые выполняют командные (коллективные) ментальные модели: а) предоставление членам команды способа для одинаковой интерпретации информации; б) обмен ожиданиями относительно будущих событий; и в) разработка причинно-следственных связей для рассматриваемой ситуации (Mohammed et al. 2010).

Как отмечается в (Salas et al. 2005) координирующими механизмами для эффективной командной работы являются: 1) разработка коллективных ментальных моделей (КММ); 2) достижение взаимного доверия; и 3) участие в замкнутой коммуникации. Соответствующая схема командной работы приведена на рис. 1. Ее основные элементы определены в (Salas et al. 2005) следующим образом:

а) КММ (Shared Mental Models) – организационная структура знаний о взаимоотношениях между задачей, которой занимается команда, и о том, как члены команды будут взаимодействовать. Члены команды используют КММ для предвидения и прогнозирования потребностей друг друга.

б) Взаимное доверие (Mutual Trust) - общее убеждение, что члены команды будут выполнять свои роли и защищать интересы своих товарищей по команде. Это реализуется в процессе обмена информацией между членами команды.

в) Замкнутая коммуникация (Closed Loop Communication) - обмен информацией между отправителем и получателем с использованием любого информационного носителя. Это реализуется за счет связей между членами команды, проверкой, что отправленное сообщение было получено, а также подтверждением получения сообщения. Также выполняется проверка, что полученное сообщение совпадает с отправленным сообщением.

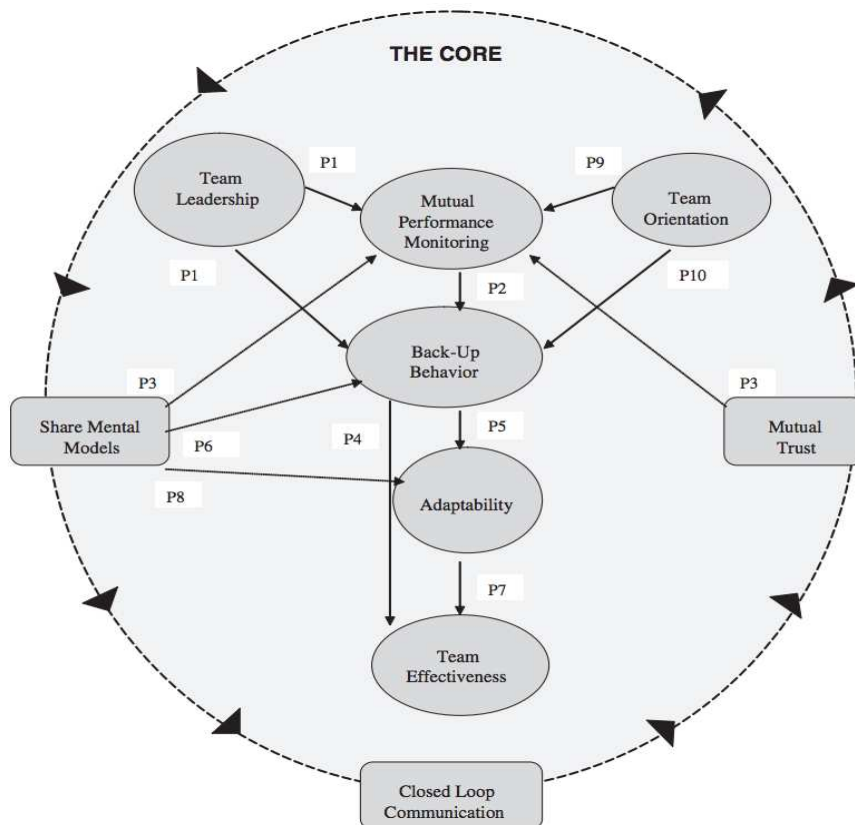


Рис. 1. Схема командной работы по (Salas et al. 2005)

Объединяя свои частные ментальные модели в коллективную модель среды жизнедеятельности, люди получают возможность проигрывать в КММ возможные варианты совместной деятельности, договариваться и согласовывать свои действия, принимать коллективные решения и контролировать их выполнение (Badke-Schaub, et al. 2007).

В частности, (Kolkman et al. 2005), обсуждая процесс коллективного принятия решений на основе ментальных моделей, предлагают схему (рис. 2), описывающую как в рамках ментальной модели люди решают проблему. Данная схема детализирует ту часть КММ, которая отвечает за процесс анализа и принятия решения участниками совместной деятельности.

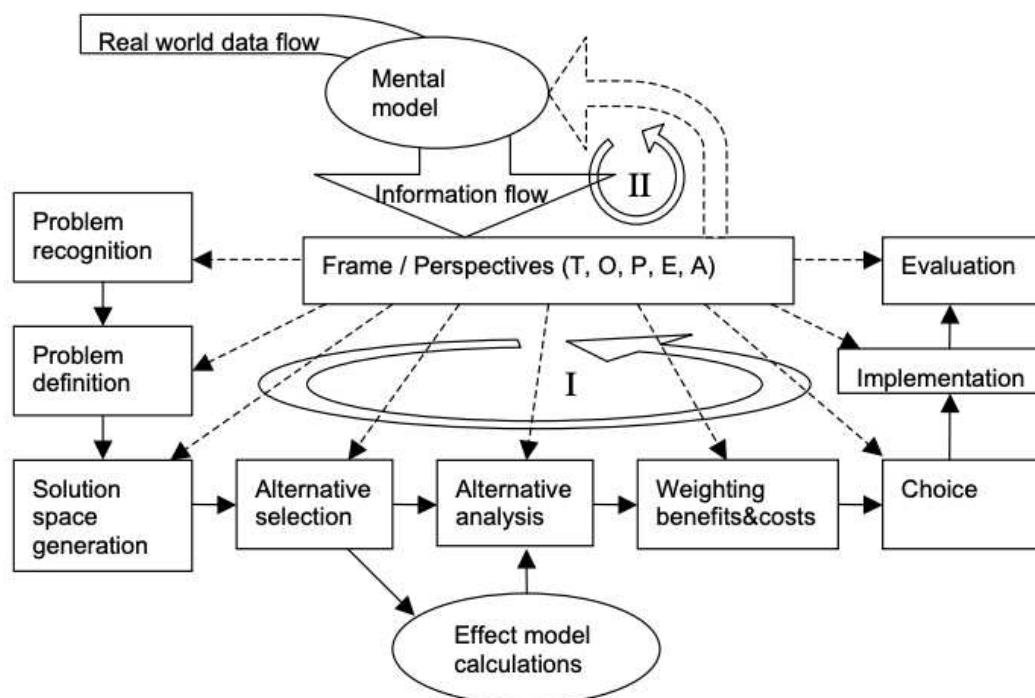


Рис. 2. Схема использования ментальной модели для решения проблемы (Kolkman et al. 2005)

Дополнительно к описанному выше, существуют некоторые другие исследования особенностей согласования деятельности на базе КММ. Например, похожие вопросы рассматриваются при изучении малых групп (Small Group Research⁶), в исследованиях развития общественных институтов (Denzau and North, 1994), в изучении способов увеличения эффективности совместной деятельности людей в группах (Mathieu et al., 2000), для изучения взаимодействия людей с программными агентами (ботами) (Fan and Yen, 2007), в исследованиях по защите окружающей среды (Jones et al., 2011), политической деятельности (Richards, 2001), и других.

Существуют также исследования, относящиеся к близким областям, хотя КММ в них прямо не рассматриваются.

Исследования в области «массового сотрудничества» (Mass Collaboration⁷) посвящены различным аспектам развития взаимопонимания и коллективной деятельности. Эта тема, в частности, имеет прямое отношение к упомянутому выше понятию «взаимное доверие» (см. Mutual Trust на рис. 1) и важна для создания работоспособной КММ. Исследования массового сотрудничества распространены в области компьютерной поддержки коллаборативного обучения (Computer-Supported Collaborative Learning). Здесь массовое сотрудничество понимается как форма коллективного действия, которое происходит, когда большое количество людей работают независимо над одним проектом, часто

⁶ Журнал с таким названием выпускает издательство SAGE - <https://journals.sagepub.com/home/sgr>

⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/Mass_collaboration

модульным по своей природе. Происходящие при этом творческие действия требуют совместного развития взаимопонимания и координации.⁸

В рамках данного направления исследований Elliott (2016) предлагает теоретическое объяснение процессам массового сотрудничества, которые могут осуществляться в любом контексте и в любом масштабе. Основное положение этой теории гласит: коллективное видение (shared vision) определяет вклад от активности участников в коллективный план деятельности и ее результат. Есть сравнить это положение с приведенными выше определениями металлической модели, то легко заметить, что аналогичную функцию выполняет и КММ. Можно предположить, что в исследованиях «массового сотрудничества» подразумеваются нечто, что в других областях науки понимается как КММ.

Elliott (2016) разъясняет содержание трех основных компонент процесса сотрудничества:

- 1) Коллективное видение должно основываться на платформе общего понимания, и также включает необходимость культивировать общую цель, вдохновение, мотивацию, а также согласованность целей и интересов.
- 2) Вклад от активности участников должен обеспечиваться наличием у них необходимых прав на осуществление деятельности, а также поддержкой наличия у них разнообразия интересов, возможностей и способностей участников, включая поддержку разных способов сделать вклад в общее дело.
- 3) Коллективный план деятельности основан на едином понимании того, что группа делает сейчас и в будущем. Он может существовать в виде документа или в каком-то другом виде, фиксируя и подтверждая общее и одинаковое понимание того, что надо делать. Поскольку участие в коллективных действиях является обязательным, то это требует доступа участников к результату коллективных действий. Необходимость постоянного обсуждения общего плана и результатов деятельности означает, что этот коллективный процесс носит циклический характер, при этом активный вклад в план и результаты деятельности означает возможность постоянного пересмотра коллективного видения.

Основываясь на этих представлениях Elliott объясняет отличия сотрудничества от кооперации, как две разные формы совместной деятельности (Elliott 2016):

- Сотрудничество - два или более человека совместно создают общее для них (коллективное) представление процесса деятельности и/или ее результата, которое отражает мнение и вклад всех участников совместной деятельности.
- Кооперация – данная совместная деятельность исходно представляет собой отдельные и индивидуальные вклады участников, которые затем собираются вместе для получения большего выигрыша и увеличения их ценности.

Похожие отличия между этими понятиями приводит еще один автором:

- Сотрудничество является скоординированной, синхронной деятельностью, являющейся результатом постоянных усилий ее участников по созданию и поддержанию коллективной концепции решаемой проблемы;

⁸ Этим вопросам, например, посвящен сборник Cress, U., Moskaliuk, J., & Jeong, H. (Eds.). (2016). Mass collaboration and education (Vol. 16). New York, NY: Springer.

- Кооперация осуществляется путем разделения труда между участниками, в которой каждый участник отвечает за решение части проблемы (Power 2017).

Очевидно, что сотрудничество, как форма совместной деятельности, напрямую связана с использованием КММ. Исходя из приведенных выше определений, кооперация явно не связана с использованием КММ. При этом, поскольку кооперация предполагает определенную координацию деятельности, то КММ в каком-то виде тут тоже присутствует. Данные вопросы рассматриваются в следующих разделах.

На рис. 3 приведена обобщенная схема понятий и отношений между понятиями, определяющая основное содержание процесса коллективной деятельности (Elliott 2007). Согласно этой схеме совместная деятельность людей может иметь форму кооперации или сотрудничества, необходимым элементом которых является процесс координации деятельности. В развитие этой идеи Elliott пишет, что координация людей, работающих как бы независимо, но связанных друг с другом, дает возможность создать площадку для совместной работы, в рамках которой деятельность не обязательно должна быть опосредована пошаговыми переговорами между участниками (Elliott 2016).

На наш взгляд, схема на рис. 3 дает дополнительную информацию об основных факторах и отношениях между ними, которые оказывают влияние на процесс согласования деятельности в КММ. Подробнее мы это рассматриваем в следующих разделах.

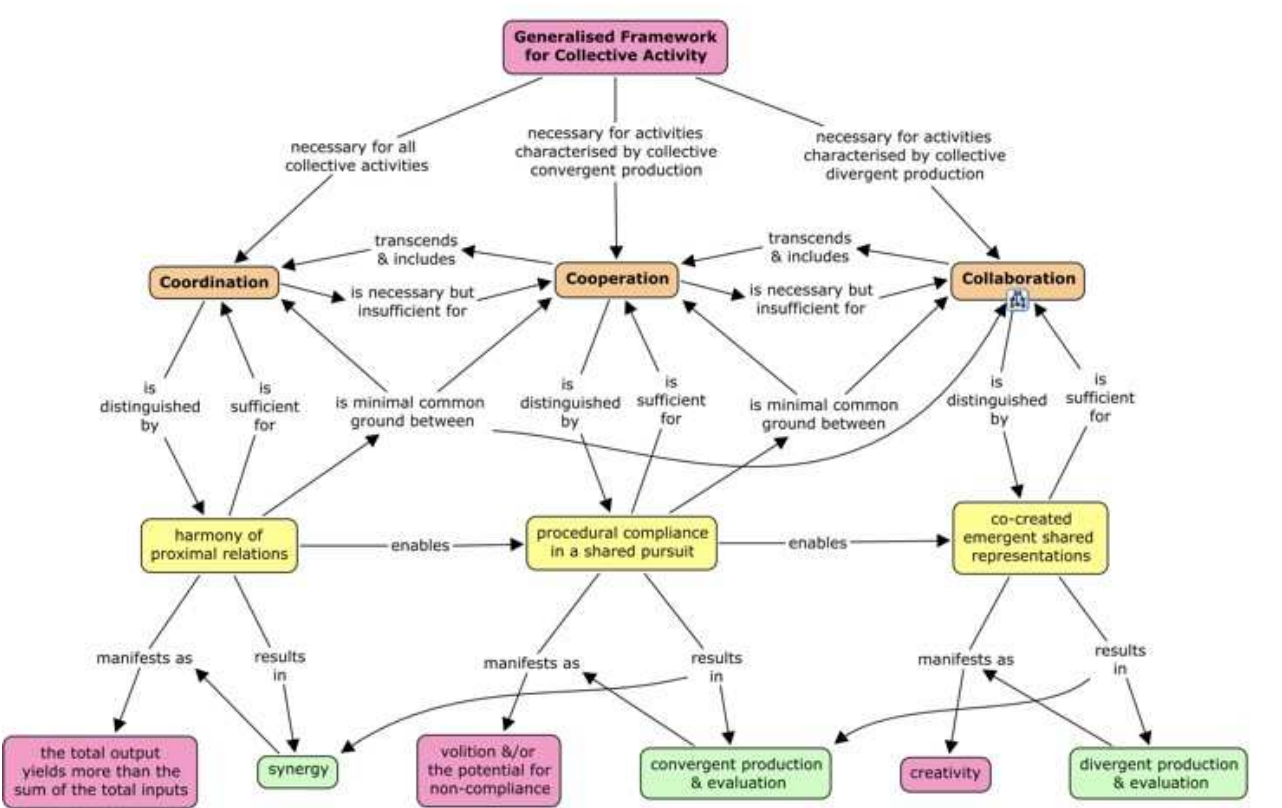


Рис. 3. Обобщенная схема основных компонент коллективной деятельности (Elliott 2007, p. 48)

Суть процессов в КММ можно прямо сопоставить с понятием «коллективный разум», которое развивается в некоторых исследованиях. Это понятие определяется следующим образом (см. рис. 4): «коллективный разум является коллективным или групповым интеллектом, который возникает в результате сотрудничества, коллективных усилий и

конкуренции многих людей. Он появляется при принятии решений на основе консенсуса» (Glenn 2009).

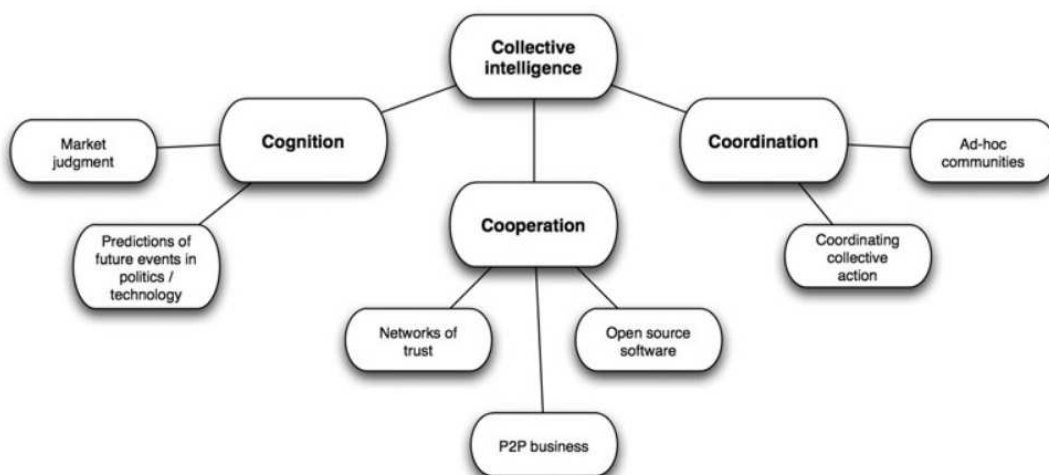


Рис. 4. Схема формирования коллективного интеллекта (Glenn 2009)

Определенную близость с рассматриваемыми вопросами имеют также исследования по проблематике «глобальный мозг» (Global Brain⁹). Исходная предпосылка данного исследовательского направления состоит в том, что Интернет все больше связывает своих пользователей в единую систему обработки информации, которая функционирует как часть коллективной своего рода «нервной» системы планеты. Группа ученых продвигает метафору «глобальный мозг» как футурологическое видение активно формирующейся в последние десятилетия планетарной сети информационно-коммуникационных технологий, которая связывает всех людей и их технологические артефакты. «Глобальный мозг можно определить как самоорганизующуюся адаптивную сеть, образованную всеми людьми на этой планете вместе с информационными и коммуникационными технологиями, которые связывают их в единую систему» (Heylighen and Lenartowicz 2017). Авторы утверждают, что таким образом появляются возможности, чтобы лучше координировать различные действия, происходящие в обществе, увеличивая их эффективность и минимизируя конфликты.

Исследования по темам «массовое сотрудничество», «коллективный интеллект» и «глобальный мозг» проясняют некоторые специфические аспекты совместной, в частности, интеллектуальной деятельности людей. Интеграция достижений этих направлений исследований с исследованиями по КММ позволяет получить более полную картину факторов, которые важны для построения общей теории согласования деятельности.

3. Основные гипотезы общей теории согласования деятельности

Основываясь на том, что люди, как агенты социально-экономической деятельности, согласуют свою деятельность с помощью КММ, можно предложить теорию, которая объяснит с единых и непротиворечивых позиций работающие в экономике механизмы координации, включая рынок и командную систему. Подобная теория позволит ответить на вопрос от чего зависит эффективность работы механизмов координации, какие в данный момент факторы повышения ее эффективности существуют, а также предложить подходы к анализу возможностей построения механизмов координации с требуемыми свойствами.

⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/Global_brain

В конечном счете, данная теория необходима, чтобы ответить на важный практический вопрос: что можно и нужно сделать, чтобы экономическая система более полно использовала потенциал современных ИКТ, в частности, эффект от улучшившихся коммуникаций?

Основные положения подобной теории включают рассмотрение, как минимум, следующих моментов:

- как КММ, состоящая из ментальных моделей агентов, выполняет функции механизма согласования социально-экономической деятельности;
- какие факторы ограничивают использование КММ рамками малой группы и каким образом эти ограничения могут быть преодолены;
- как в рамках данного подхода можно объяснить действующие в современной экономике механизмы координации, т.е. рыночный и командные механизмы;
- какова общая модель согласования деятельности и как на ее основе можно анализировать возможности создания механизмов координации с заданными свойствами.

Предлагаемая теория основывается на следующих гипотезах (гипотезы нумеруются Г1-Г6 и эта нумерация является сквозной для последующих разделов):

Г1. Мы предполагаем, что экономическая система достаточно большая. Агенты в ней формально независимы, т.е. обладают свободой воли. Они специализированы на выполнении определенных видов деятельности и поэтому они являются участниками общественного разделения труда. Это означает, что агенты должны согласовывать свою деятельность с остальными участниками системы разделения труда.

Г2. В самом общем виде целью агентов в их совместной деятельности с другими агентами является создание ресурса для поддержания их жизнедеятельности. Данный ресурс в общем случае состоит из предметов потребления и средств производства. Поскольку агенты коллективно создают общий ресурс жизнедеятельности, то в процессе согласования своей деятельности они, в том числе, принимают решение какую долю от этого общего ресурса каждый из них получает в обмен на свое участие в общей деятельности.

Г3. Под согласованием деятельности мы понимаем достижение агентами коллективного решения по характеру их предстоящей экономической деятельности, что в самом общем виде подразумевает процессы производства, распределения, обмена и потребления; а также предполагает договоренность агентов о характере их персонального участия в этих процессах и о доле каждого в результатах их коллективной деятельности.

Г4. Агенты имеют данные им природой способности создавать ментальные модели среды их жизнедеятельности и обладают способностью передавать другим агентам образы своих ментальных моделей, создавая тем самым коллективную ментальную модель (КММ) для согласования своей деятельности. В предыдущем разделе приведены ссылки на литературу с примерами, подтверждающими эту гипотезу.

Нас в данном случае интересует именно механизм согласования деятельности с использованием КММ, поэтому для простоты все другие сопутствующие факторы, например, упомянутые в предыдущем разделе взаимное доверие (mutual trust), возможности для прямых коммуникаций (closed loop communication) и т.п., мы пока исключаем из рассмотрения.

Гипотеза Г4 детализируется следующими дополнительными утверждениями:

Г4.1. Агенты создают КММ путем отчуждения некоторым образом содержания своих ментальных моделей в общее информационное пространство, где они коллективно используются всеми участниками совместной деятельности. В результате этого в КММ существует информационный образ (фактор О) намерений и возможностей агента, который с определенной регулярностью актуализируется соответствующим агентом, чтобы передавать его текущее состояние.

Г4.2. Объединение частных ментальных моделей в виде КММ может иметь разную форму.

Формы КММ могут отличаться степенью защищенности содержания КММ от внешних воздействий (фактор К). Чем выше защищенность, тем меньше вероятность потери содержания КММ. Однако, повышение защищенности КММ означает и рост затрат агентов на поддержку их КММ.

Например, КММ может существовать только в сознании агентов. В этом случае она менее всего защищена от разрушения, т.к. сознание людей очень изменчиво. При этом затраты на ее поддержание минимальны, т.к. свойство создавать и поддерживать КММ дано человеку природой. В другом случае, КММ может быть отчуждена от сознания агентов и существовать на определенном носителе (на бумаге, в электронном виде, в виде компьютерной системы и т.п.). Этот вариант более защищен от разрушения, чем предыдущий, но здесь выше затраты на его реализацию.

Г4.3. Информационные образы агентов (О) в КММ могут передавать возможности и намерения агентов по поводу их совместной деятельности с разной степенью точности/подробности и могут иметь разную частоту актуализации (фактор Т). Этот фактор влияет на степень расхождений между реальным состоянием агента и его информационным образом в КММ.

Например, если КММ реализована на бумажном носителе, то внесение в нее изменений требует определенного количества времени и усилий, что может сказаться на частоте актуализации информационных образов агентов и на их точности/подробности.

Таким образом, информационные образы агентов в КММ могут различаться по степени их защищенности от внешних воздействий – $O(K)$ и/или по точности представления намерений и возможностей своих прототипов – $O(T)$. В общем случае, информационный образ агента есть функция от двух факторов $O(K, T)$.

4. Коллективная ментальная модель как механизм согласования совместной деятельности

Объединяя свои частные ментальные модели в коллективную модель среды жизнедеятельности, агенты получают возможность мысленно манипулировать ее содержанием, проигрывая таким образом свои коллективные действия и договариваясь о взаимоприемлемых вариантах деятельности. Это помогает агентам принимать коллективное решение о реализации выбранного варианта, а также контролировать реализацию принятого решения и, при необходимости, по ходу корректировать свои решения и свою деятельность.

Как было отмечено в предыдущих разделах, агенты используют КММ для поиска взаимоприемлемого и в определенной степени согласованного варианта своей совместной деятельности. В процессе реализации этого варианта деятельности агенты получают из КММ координирующие их деятельность сигналы. Все вместе, это позволяет агентам не только координировать свою деятельность в соответствии с некоторым коллективным планом, но и поддерживать ее в скоординированном состоянии, если возникают факторы, частично разрушающие исходный план.

На рис. 5 представлена схема информационных взаимодействий участников совместной деятельности, иллюстрирующая процесс создания и использования КММ для согласования деятельности на примере 4-х агентов i, j, k, l , которые имеют между собой прямые коммуникации типа «каждый со всеми». Подробные пояснения к содержанию и обозначениям этой схемы доступны в (Паринов 2002 стр. 60). В кратком изложении, изображенное на рис. 5 согласование деятельности работает следующим образом:

- У каждого из агентов i, j, k, l постоянно обновляется его ментальное отражение общей среды жизнедеятельности $P\{A, Z\}$, в котором A – множество агентов экономической системы, а множество Z – все другие объекты экономической системы. Множество A включает не только агентов, участвующих в совместной деятельности, но и всех остальных. Агенты из A генерируют постоянный поток изменений в P . Множество объектов Z также находится в постоянном изменении, но производимом уже не агентами, а силами природы. Таким образом в среде жизнедеятельности есть два источника изменений: деятельность агентов A и действие сил природы Z .
- Агент поддерживает в актуальном состоянии свою личную ментальную модель $O(A, P)$. Ментальные модели агентов могут с разной точностью и полнотой представлять текущее содержание $P\{A, Z\}$. На рис. 5 это представлено как наличие в $O(A, P)$ заданного агента образов других агентов с «пустым» контуром или нечетких.
- Как было отмечено выше в Г4.3, агенты отчуждают свои частные ментальные модели $O(A, P)$ в некоторой форме, определяемой факторами K и T , в общую информационную среду. В результате этого их $O(A, P, K, T)$ становятся доступны другим агентам в составе КММ. Агенты получают из КММ нужную информацию о возможностях и намерениях других агентов. Они постоянно актуализируют в КММ информацию о себе. Используя информацию из КММ, агенты коллективно проигрывают в ней варианты их совместной деятельности и таким образом определяют согласованный вариант, который затем переходит на стадию практической реализации.

Полное описание схемы работы КММ как механизма согласования деятельности агентов экономической системы см. в (Паринов 2002 стр. 55).

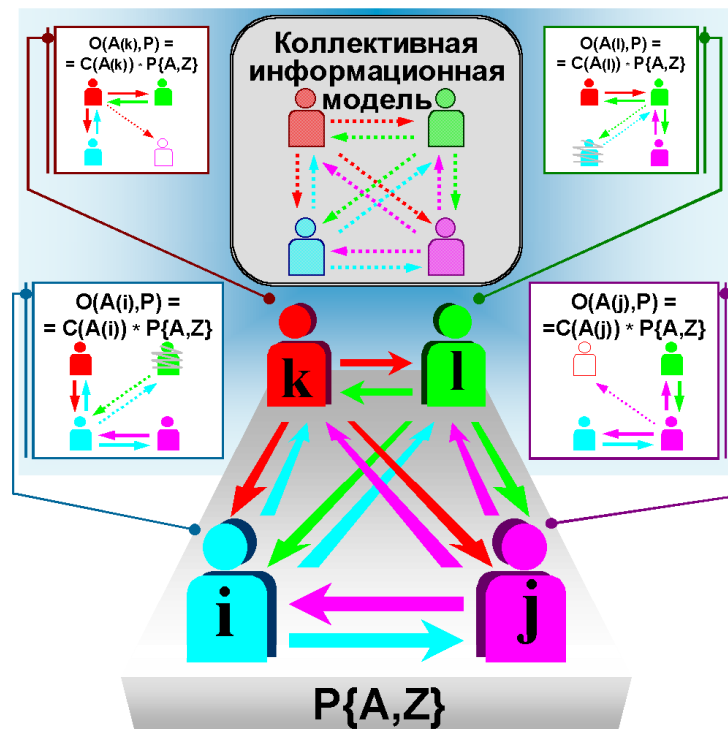


Рис. 5. Коллективная ментальная модель для 4-х участников (Паринов 2002)

КММ с согласованным вариантом совместной деятельности используется агентами для фактического осуществления этой деятельности, а также для контроля за ее выполнением. Непрерывное поддержание совместной деятельности в согласованном (скоординированном) состоянии достигается за счет постоянного обновления КММ и пересмотра принятого плана деятельности, если возникшие изменения в состоянии агентов или среды их жизнедеятельности этого требуют.

5. Фундаментальные ограничения на использование коллективной ментальной модели

Существует несколько естественных причин, которые ограничивают работоспособность КММ только рамками малых групп участников:

1. В обычных условиях при росте количества участников совместной деятельности стремительно возрастает сложность КММ, что приводит к увеличению времени для принятия коллективных решений и уменьшает вероятность нахождения наилучшего решения для всех участников. Таким образом, мощность аналитических возможностей, которой располагают участники совместной деятельности, определяет верхний предел их количества.
2. Каждый участник, как и среда жизнедеятельности сама по себе, являются источниками постоянных непредсказуемых изменений, появление которых означает необходимость пересогласования совместной деятельности. При росте числа участников возрастает интенсивность непредсказуемых изменений, которая в сочетании с ограничением из п. 1 не позволяет за приемлемое время достигать требуемого качества согласования деятельности.

Эти естественные ограничения влияют на работоспособность КММ следующим образом:

чем больше время принятия коллективных решений, тем выше вероятность, что непрерывный поток стохастических изменений в состоянии участников и в среде их жизнедеятельности обесценит текущее содержание КММ и дальнейшая обработка этой информации теряет смысл.

Собственно, именно эти два ограничения объясняют почему КММ может быть использована только в малой группе. Данные ограничения имеют фундаментальный характер и в обозримой перспективе не могут быть устранены полностью. Однако, существование рыночного и командного механизмов координации доказывает, что люди нашли способ организовать согласование деятельности в тех ситуациях, когда КММ не может применяться эффективно.

Следующие несколько гипотез необходимы, чтобы дать этому теоретическое объяснение, оставаясь в рамках представлений о КММ как об единственном и универсальном механизме согласования деятельности.

Г5. На работоспособность КММ влияют два фундаментальных фактора: (1) время принятия решения (ВПР); и (2) интенсивность стохастических изменений (СТХ) в $P\{A,Z\}$.

Г5.1. Фактор ВПР – время, требующееся агентам для принятия решения о содержании их совместной деятельности с помощью КММ.

Величина ВПР зависит от (рассматриваем пока только наиболее важные зависимости):

(а) КУ - количество участников совместной деятельности, т.к. чем их больше, тем больший объем информации должен быть обработан;

(б) $O(T)$ - степень точности информационных образов агентов в КММ, т.е. чем она больше, тем выше сложность информационных образов и требуется больше времени для их обработки (для упрощения пока исключаем из рассмотрения фактор К - степень защищенности информационных образов);

(в) СОИ - скорость обработки информации, включая скорость информационных обменов между участниками совместной деятельности, которые зависят от текущего уровня развития ИКТ. Чем выше СОИ, тем меньше ВПР.

Предполагаем, что для всех агентов действует одинаковая скорость обработки информации, но она определенным образом снижается при увеличении количества участников (КУ), т.к. существует определенная пропускная способность ИКТ.

Таким образом, $ВПР = a_1 * КУ * O(T) * b_1 * КУ / СОИ$, где a_1 и b_1 – некоторые коэффициенты.

В общем случае, факторами снижения ВПР являются: а) уменьшение количества участников (КУ); б) упрощение их информационных образов $O(T)$; и в) повышение скорости обработки информации (СОИ).

Г5.2. Фактор СТХ – интенсивность в единицу времени непредсказуемых (стохастических) изменений в состоянии агентов и среды их жизнедеятельности, воздействующих на КММ.

Величина СТХ зависит от (рассматриваем пока только наиболее важные зависимости):

(а) $OUC(\Pi, C)$ - общий уровень стохастики в среде жизнедеятельности агентов, одна из компонент которого – непредсказуемые природные явления (источник стохастики Π), меняющие состояние объектов Z , а другая компонента - непредсказуемая деятельность агентов в экономике (источник стохастики C), меняющая состояние как самих агентов A , так и объектов Z . Если агенты связаны между собой совместной деятельностью, то через КММ они информируют друг друга о своих возможностях и намерениях и это снижает уровень стохастики, генерируемый источником C ;

(б) KY - количество участников совместной деятельности, т.к. каждый участник является источником стохастики вида C . Чем больше участников, тем выше интенсивность стохастических изменений, которая ими создается;

(в) $O(K)$ – степень защищенности информационных образов агентов в КММ от их разрушения стохастикой (см. Г4.2.), т.к. стохастика в общем случае проявляется не только в непредсказуемых изменениях состояния агентов, включая их ментальные модели, но и в изменениях состояния всех внешних по отношению к агенту объектов Z , в которые входят и информационные образы ментальных моделей агентов.

Агенты, как источник общей стохастики вида $OUC(C)$, делятся на две группы: 1) участники совместной деятельности KY ; и 2) и все остальные $A-KY$, т.е. «внешние» по отношению к первой группе.

Интенсивность генерации стохастики агентами из первой группы $OUC(C(KY))$, зависит от:

- количества участников KY в группе, т.к. чем больше участников, тем выше суммарная интенсивность стохастики, которую они генерируют;

- точности их информационных образов $O(T)$ в КММ, т.к. чем точность выше, тем меньшая часть намерений и возможностей агентов остается не представленной в КММ и тем меньше уровень непредсказуемых изменений (стохастики), который агенты группы 1 могут генерировать.

В итоге, величина этой компоненты стохастики – $OUC(C(KY(O(T))))$.

Предполагаем, что агенты из группы 2 (не связанные совместной деятельностью, т.е. «внешние») генерируют стохастику одинаковой интенсивности, влияющую на КММ агентов группы 1. Величина этой компоненты стохастики - $OUC(C(A-KY))$.

Таким образом, $СТХ = a_2 * OUC(\Pi, C(KY(O(T))), C(A-KY)) - b_2 * (KY * O(K))$, где a_2 и b_2 - некоторые коэффициенты.

В общем случае, факторами снижения $СТХ$ являются: а) снижение естественного природного уровня непредсказуемых изменений $OUC(\Pi)$, что, в принципе, может быть достигнуто в результате развития науки и повышения изученности законов природы; б) снижение количества участников KY ; в) уменьшение доли агентов не включенных в совместную деятельность $C(KY)$; г) повышение защищенности информационных образов $O(K)$.

Г6. Рассмотренное выше позволяет утверждать, что КММ является работоспособной при некоторых значениях факторов: уровень стохастики $СТХ$ и время принятия решений $ВПР$. Представим это как существование некоторого порогового значения $УР$, означающего

границу работоспособности КММ при изменениях СТХ и ВПР. Таким образом, если СТХ * ВПР $\leq$ УР, то КММ работоспособна.

Из этого следует, что если СТХ менять нельзя, то для достижения работоспособности КММ нужно варьировать факторами КУ, О(Т) и СОИ, чтобы отношение УР/ВПР(КУ,О(Т),СОИ) было больше значения СТХ. Наоборот, при заданной ВПР для достижения работоспособности КММ нужно варьировать факторы ОУС,КУ,А и О(К), чтобы отношение УР/СТХ(ОУС,КУ,А,О(К)) превышало значение ВПР.

Среди перечисленных факторов фундаментальными ограничителями работоспособности КММ являются:

- скорость обработки информации СОИ, которая зависит от текущего уровня развития ИКТ и не может быть резко увеличена в масштабах всей экономики (однако, за последние 30 лет это произошло);
- общий уровень стохастичности ОУС(П,С), поскольку это естественное свойство среды жизнедеятельности человека.

Эти фундаментальные ограничения могут значимо меняться только на длительных временных интервалах. В краткосрочном аспекте их можно считать константами для экономики. Тогда их влияние на границу работоспособности КММ является одинаковым и неизменным для всех агентов в экономике.

6. Способы преодоления фундаментальных ограничений

Исключая два фундаментальных фактора СОИ и ОУС(П,С), в краткосрочном периоде времени для создания работоспособной КММ агенты могут управлять следующими параметрами:

- а) количество участников совместной деятельности (КУ); если уменьшать КУ, то повышается ВПР и снижается СТХ, что повышает работоспособность КММ; если увеличивать КУ, то переменные ВПР и СТХ меняются в другую сторону, что ухудшает работоспособность КММ;
- б) точность/подробность и форма представления агентами их ментальных моделей в виде информационных образов О(Т,К) для использования в КММ:
 - если снижать точность, то это повышает ВПР, но повышается и интенсивность стохастичности, генерируемой участниками совместной деятельности (ОУС(С)), что создает риск рассогласования КММ с реальностью;
 - если ментальная модель отчуждается из сознания агента, получая некоторую «материальную» форму, например, в виде информации на некотором носителе, то это повышает О(К) – степень защищенности информационных образов агентов в КММ от их обесценения стохастикой.
- в) точность/подробность КММ и форма ее существования:
 - если снижать точность КММ, то это повышает ВПР, но повышает интенсивность стохастичности, генерируемой участниками совместной деятельности (ОУС(С));
 - если переводить КММ из ментальной формы в другую, которая повышает защищенность КММ от обесценения стохастикой, то это дает определенное уменьшение влияния СТХ на согласование деятельности.

Общий рецепт повышения работоспособности КММ – повышать скорость принятия решения и/или понижать уровень стохастики, влияющий на (обесценивающий) содержание КММ. Это положение может быть реализовано разными способами за счет изменения значений описанных выше параметров.

Варьируя описанные выше параметры, агенты, ведущие совместную деятельность, могут создавать работоспособные КММ в трех основных вариантах:

а. Коллективная КММ. В поддержании и использовании КММ принимают активное участие все участники совместной деятельности. Они поддерживают в КММ свои полные и актуальные информационные образы. При этом варианте каждый отдельный агент имеет максимально благоприятные условия для самореализации, а все вместе они наилучшим образом используют потенциал каждого для реализации коллективных целей. Данный вариант работает для согласования совместной деятельности агентов только в малых группах.

б. Иерархическая КММ. В этом случае КММ поддерживается и используется только частью участников (менеджерами). Остальные участники совместной деятельности (исполнители) предоставляют менеджерам свои информационные образы упрощенные в соответствии с требованиями заданных профессий и/или служебных обязанностей. Исполнители действуют по плану, разработанному менеджерами. Этот случай отличается от варианта «а» тем, что за счет упрощения информационных образов исполнителей и уменьшения точности/подробности КММ достигается согласование деятельности гораздо большего количества участников. В следующем разделе приводится более подробное объяснение работы командного механизма координации в терминах КММ.

в. Частичная КММ. Агенты согласуют в КММ только часть их совместной экономической деятельности для создания ресурса поддержания их жизнедеятельности. Эта деятельность в общем случае включает производство, распределение, обмен и потребление. Для деятельности, которую агенты исключили из согласования в КММ, они индивидуально принимают решения на основе своих частных ментальных моделей, в которых они манипулируют с информационными образами других агентов, полученных ими самостоятельно из среды жизнедеятельности. Например, агент индивидуально решает что он должен создать в виде своего вклада в совместную деятельность, а решения об обмене созданного продукта на ресурс для поддержания жизнедеятельности и согласование размера его «вознаграждения» принимаются коллективно в КММ с участием других агентов, которые намерены использовать его продукт. Согласование совместной «производственной» деятельности в этом случае имеет характер реакции агентов на действия друг друга в виде «проб и ошибок». Таким образом, подобная КММ может быть работоспособной для еще большего количества участников, по сравнению со всеми предыдущими вариантами. В следующем разделе частичная КММ используется для объяснения рыночного механизма координации в терминах КММ.

Основными способами создания работоспособных КММ для количества агентов больше малой группы является создание специфических КММ.

7. Рыночный и командный механизмы как частные случаи коллективной ментальной модели

Центральная идея общей теории согласования деятельности состоит в том, что если в экономике в каком-то виде встречается согласование деятельности, то оно обязательно осуществляется с помощью определенной КММ.

В качестве обоснования данного утверждения рассмотрим, как введенный выше набор предположений позволяет описать хорошо известные в экономике рыночный и командный механизмы согласования деятельности как частные случаи КММ.

С точки зрения времени появления в обществе разных видов согласования деятельности, естественно предположить, что совместная деятельность в малой группе была исторически первым примером использования КММ. Рыночный и командный способы координации появились позднее в ответ на потребность общества получить дополнительную выгоду от увеличения количества участников совместной деятельности за счет углубления их специализации и расширения системы разделения труда.

Специфическая особенность малых групп – прямые постоянные коммуникации между участниками совместной деятельности. Это позволяет агентам отчуждать в КММ свои постоянно обновляемые и точные информационные образы. Исходно, КММ в этом случае имеет чисто ментальную форму (т.е. существует только в сознании агентов). Такая форма является наименее защищенной от воздействий внешней среды, но этот недостаток нейтрализуется за счет ее постоянного обновления в процессе непрерывного обмена информацией между агентами.

Увеличение количества участников совместной деятельности (КУ) сверх размеров малой группы приведет к нарушению работоспособности КММ. Однако, вызываемые увеличением КУ: (а) рост интенсивности стохастичности (СТХ); и (б) снижение времени принятия решения (ВПР), могут быть определенным образом компенсированы за счет снижения точности/актуальности КММ и/или изменения формы КММ.

Командный и рыночный механизмы координации как раз и используют эти возможности, чтобы компенсировать подбором значений, описанных выше параметров, ухудшение работоспособности КММ при росте количества участников совместной деятельности.

Командный механизм (иерархия) согласования деятельности в терминах КММ означает согласие агентов действовать по следующим правилам: большая часть участников совместной деятельности (исполнители) делегируют небольшому числу агентов (менеджерам) право создавать и использовать КММ без прямого участия исполнителей для принятия решений о параметрах их коллективной деятельности. В этих условиях ВПР не растет пропорционально росту КУ, т.к. КММ используется только небольшой группой менеджеров. Дополнительно, упрощение информационных образов агентов-исполнителей за счет их стандартизации в виде наборов служебных обязанностей и определенных профессиональных требований также снижает ВПР. Таким образом, используя возможности, связанные с фактором $O(T, K)$, агентам удастся существенно увеличить КУ при сохранении работоспособной КММ. Это позволяет им получать дополнительные выгоды от роста участников совместной деятельности. Успешно функционирующие в экономике иерархических организаций различного рода являются подтверждением, что подобный специфический вид КММ является работоспособным. Хотя и он имеет определенные рамки применения. В следующем разделе мы рассматриваем особенности командного механизма координации как разновидность КММ в более системном виде.

Экономике для извлечения выгод от специализации и разделения труда необходимо иметь КММ, которая позволяет согласовывать деятельность всех существующих в ней агентов. Существующая глобальная рыночная экономика подтверждает, что такую КММ можно создать.

Рыночный механизм, как и командный, основан на еще одном специфическом наборе правил, благодаря которым все агенты, соблюдающие эти правила, получают возможность для определенного согласования своей деятельности. Максимально возможное расширение масштаба согласования деятельности достигается в этом случае за счет предельного упрощения агентами информационного образа своих ментальных моделей, а также максимального упрощения содержания КММ в целом.

Для этого агенты воплощают свои намерения и возможности в форме спроса и предложения товаров и услуг. Агенты создают свой информационный образ для согласования деятельности в КММ путем производства товара или предложения услуги, которые выставляются на рынок. Рынок товаров и услуг, в данном случае, выполняет роль той части КММ, в которой информационные образы агентов собраны вместе. Ценовые сигналы, которыми обмениваются продавцы и покупатели, необходимы для согласования их деятельности. Согласование происходит в тот момент, когда продавец обменивает свой товар на ресурс поддержания жизнедеятельности.

Переводя свои намерения в форму товаров и услуг агенты существенно упрощают свои информационные образы, что значительно повышает ВПР. Кроме этого, информационные образы в такой товарной форме в существенно меньшей степени, чем образы агентов в ментальной форме, подвержены изменениям под действием стохастики. После того, как агенты передали их в КММ, т.е. они стали доступны на рынке, эти «материализованные» образы агентов уже мало зависят от изменения состояния самих агентов. КММ на базе товаров лучше защищены от влияния стохастики.

Существенным дополнительным повышением ВПР является частичный характер «рыночной» КММ, т.к. в этом случае из процесса согласования деятельности агентов исключена часть задач.

Из согласования в КММ исключается «производственная» деятельность. Агенты на основе наблюдений за изменениями в информационных образах других агентов (товаров), а также в среде жизнедеятельности в целом, анализируют намерения и возможности (спрос и предложение) других агентов. Исходя из этого они самостоятельно принимают решение какие товары производить. Таким образом, они выполняют самостоятельно ту часть процесса согласования, в которой агентам необходимо договориться кто делает что для получения коллективного результата. Затем, уже в КММ агенты представляют свои информационные образы в виде произведенных товаров и договариваются о размере ресурса для поддержания жизнедеятельности в обмен на произведенные товары.

Таким образом, действия агентов в рамках рыночного механизма согласования (координации) выглядят следующим образом (в несколько упрощенном виде):

- агент воплощает свои предложения по совместной деятельности с другими агентами в виде товаров/услуг, и фактом совместной деятельности является реализация данных товаров на рынке;
- информационные образы ментальных моделей агентов, отчужденные в виде товаров/услуг, являются существенно менее изменчивыми, чем состояние самих агентов, поэтому зависимость состояния товаров/услуг от интенсивности стохастических изменений будет ниже, чем аналогичное по отношению к состоянию агентов;
- агент "выставляет" свои товары/услуги на рынок, где информация о них распространяется практически в неизменном виде среди всех участников;
- поскольку информационный образ товара/услуги сохраняется неизменным достаточно долгое время, то это повышает вероятность, что информация о нем будет использована в КММ в неискаженном виде;

- другие агенты, получив информацию о данных товарах/услугах и ценах на них, принимают решение о покупке;
- при покупке, фактически, осуществляется процесс согласования деятельности между агентами, которые произвели товары, и агентами покупателями;
- если выставленный товар не покупается, то предложение к совместной деятельности соответствующего агента остается не реализованным;
- если структура выставленных на рынок товаров перестает в массовом порядке соответствовать спросу, то это означает, что в рыночной КММ накопились отличия от реального состояния экономической системы.

Рынок и командная система, как две модифицированные формы КММ представляют собой приемлемый для общества компромисс между выигрышем экономики от расширения системы разделения труда и потерями общества от неполного согласования деятельности агентами в экономике и, как следствие, неполного использования потенциала членов общества.

8. Теоретическое конструирование механизма согласования деятельности со свойствами рыночного механизма координации

В развитие содержания предыдущего раздела, обобщим изложенные выше основные гипотезы и выводы из них в виде абстрактной словесной модели КММ, представляющей систему правил создания работоспособной КММ для согласования деятельности всех действующих в экономике агентов. Таким образом, задачей этого раздела является нахождение варианта КММ, который обеспечит согласование деятельности для экономики в целом, что соответствует функции рыночного механизма координации.

Подобная абстрактная модель должна дать ответ на следующий вопрос: при каких условиях возможна работа КММ для любого количества агентов? Исходя из рассмотренного выше, очевидный ответ на этот вопрос - КММ не должна зависеть от времени принятия решения (ВПР) и интенсивности стохастики (СТХ). Решение, отвечающее этому требованию, может быть получено, если агенты предельно упростят процесс согласования так, чтобы ВПР в этом случае было минимальным, а также предельно защитят содержание КММ от влияния стохастики, чтобы КММ была актуальна максимально длительное время.

Очевидно, что существует более одного способа построения КММ с такими свойствами. Подход для решения общей задачи поиска способов построения КММ нам еще предстоит разработать.

Пока рассмотрим способ, который, на наш взгляд, воспроизводит в виде абстрактной модели реально действующий в настоящее время рыночный механизм координации, обслуживающий всех существующих агентов.

Очевидный путь к упрощению процесса согласования совместной деятельности для очень большого количества агентов - разбиение этого процесса на множество отдельных и формально независимых друг от друга микроактов согласования. Таким образом, общая КММ распадается на множество частных КММ, обслуживающих каждый отдельный микроакт. Величина ВПР в этом случае слабо зависит от общего количества агентов, т.к. добавление новых агентов лишь увеличивает количество частных КММ, но не ВПР каждой из них. Влияние стохастики на обесценение КММ также снижается, т.к. уменьшается количество источников стохастики, которыми являются агенты.

Если согласование деятельности разбивается на множество микроактов согласования, то что-то должно обеспечивать обратную «сборку» результатов микроактов в то, что будет соответствовать ожиданиям от совместной деятельности агентов в экономике в целом.

Соответствие решений, принятых агентами индивидуально, ожиданиям других индивидуальных агентов по поводу их совместной деятельности проверяется в процессе обмена агентами результатов своих микроактов на ресурсы поддержания жизнедеятельности. Процедуры обмена будут успешными, если множество формально независимых микроактов было выполнено в соответствии с потребностями всего множества агентов в экономике.

Подобная схема будет работать, если разбиение процесса согласования деятельности на микроакты заканчивается в итоге получением агентами «заработанной» ими доли в созданном коллективными усилиями ресурсе жизнедеятельности.

Для случая разбиения исходной КММ на множество частных КММ, обслуживающих отдельные микроакты, данное требование может быть реализовано, если согласование деятельности и получение за нее ресурса жизнедеятельности разбивается, как минимум, на два этапа:

- 1) отдельный агент планирует микроакт в своей ментальной модели (это может быть и малая группа агентов, использующая для этого КММ), затем по результатам этого микроакта агент получает, но не сам ресурс поддержания жизнедеятельности (РПЖ), а право на его определенную долю;
- 2) для реализации этого права агент создает КММ, чтобы согласовать условия обмена имеющегося у него права на сам РПЖ с агентами, которые в этом заинтересованы.

Микроакт может выполняться одним агентом или их малой группой. В первом случае агент руководствуется своей ментальной моделью, а во втором агенты используют КММ. Далее мы рассматриваем только случай, когда микроакт осуществляется малой группой агентов, т.е. для микроактов создается своя КММ. В случае с одним агентом описанные ниже рассуждения и выводы из них принципиально не меняются.

С точки зрения экономики в целом, общая КММ сначала распадается на множество КММ микроактов, а каждая из них распадается еще на две КММ:

- 1) для согласования деятельности с группой агентов в целях получения права на долю ресурса поддержки жизнедеятельности; и
- 2) для согласования с другой группой агентов параметров обмена полученного права на реальные ресурсы для поддержания жизнедеятельности.

Для обмена полученных агентами прав на реальный ресурс жизнедеятельности используется полноценная КММ, с помощью которой агенты-покупатели согласовывают какой именно товар, произведенный агентами-продавцами, их интересует и на какой размер прав они согласны его обменять.

Если первая группа агентов здесь является непосредственными участниками микроакта, то вторая группа – все агенты в экономике, т.к. на этом этапе происходит «сборка» результатов микроактов в результаты совместной деятельности агентов для экономики в целом.

Для обеспечения работоспособности такого 2-х этапного механизма в экономике должна быть институциональная структура, отвечающая за правила фиксации прав на долю ресурса жизнедеятельности, а также гарантирующая честный обмен прав на соответствующий ресурс. В современной экономике эту роль выполняют финансовая и некоторые другие системы.

Содержание КММ может быть защищено от влияния стохастичности за счет переноса КММ из ментальной формы на материальный носитель. Эта возможность в сочетании с разбивкой совместной деятельности на микроакты используется агентами следующим образом: агенты - участники микроактов – в своей частной КММ принимают решение что требуется всем остальным агентам в экономике, и какой их микровклад будет наиболее востребован в экономике. Они на свой риск производят данный товар и предоставляют его для использования другим агентами в обмен на определенный размер прав на ресурс поддержания жизнедеятельности (РПЖ).

Множество произведенных в экономике товаров, являющиеся результатом выполнения агентами микроактов, вместе с «ценами» на эти товары, за которые агенты готовы обменять их на РПЖ, представляют собой материализованные образы возможностей и намерений агентов. В таком виде, это множество товаров и цен, фактически, выполняет роль глобальной КММ для совместной деятельности всех агентов в экономике, т.к. агенты анализируют эти материальные образы других агентов для принятия решений в своих частных КММ о содержании своих микроактов.

Процесс достижения «договоренности» между агентами о совместной деятельности в такой глобальной КММ, где информационные образы агентов представлены созданными ими товарами и заявленными на них ценами, работает как согласование агентами цены, за которую товар меняется на права на определенный размер РПЖ. Эту функцию как раз выполняет вторая часть частного КММ.

С точки зрения экономики в целом, происходит два непрерывных циклических процесса:

- 1) Агенты-производители анализируют доступные им образы других агентов (в виде товаров и цен на них). На основе этой информации они единолично или совместно с небольшим количеством других агентов создают товары, которые вместе с ценами на них делают доступными для всех агентов-покупателей. В традиционных терминах, этот процесс соответствует предложению товаров на рынок.
- 2) Агенты-производители согласовывают с агентами-покупателями цену обмена товара на определенный размер права на РПЖ. Получив в обмен на свои товары права на РПЖ, агенты-производители превращаются в агентов-покупателей, т.к. для сохранения своей жизнедеятельности им нужен реальный РПЖ и для его получения они должны согласовать с агентами-производителями цену обмена необходимого им РПЖ на имеющиеся у них права на РПЖ. В традиционных терминах это соответствует рыночным процессам покупки товаров и их потребления.

Приведенные выше рассуждения позволяют выявить основные общественные компромиссы (в виде упрощения как информационных образов агентов, так и КММ), необходимые для выполнения рыночным механизмом координации своих функций, а также проанализировать связанные с ними потери общества. Потерями тут являются неиспользованный потенциал агентов (из-за упрощения их образов) и не использованные варианты совместной деятельности агентов (из-за упрощения процесса согласования в

КММ), который в противном случае могли бы увеличить экономический эффект от совместной деятельности.

Эти потери безусловно перекрываются выгодами экономики от углубления специализации и расширения масштабов системы разделения труда, т.к. рыночный механизм доказывает свою полезность уже очень длительное время. Вместе с тем, в последние годы появились новые факторы, которые с помощью предлагаемого нами подхода могут быть исследованы и превращены в возможности для уменьшения подобных потерь общества.

Потери общества от применения рыночного механизма, фактически, создают экономическую нишу, в которой могут существовать другие механизмы согласования деятельности. Основой для появления таких дополнительных механизмов согласования, частично компенсирующих недостаточную эффективность рыночного механизма, является возможность агентов создавать дополнительные КММ, в том числе специфических видов. Эти дополнительные КММ и поддерживаемые ими способы согласования деятельности встроены в описанный выше рыночный механизм координации и работают как его дополнения.

9. Сочетание разных видов механизма согласования деятельности

В соответствии с абстрактной моделью согласования деятельности из предыдущего раздела, в экономике в параллельном и частично независимом режиме применяются еще два вида КММ.

Один из них - КММ малых групп, которую агенты используют для согласования совместной деятельности с небольшим количеством участников. Это деятельность, с точки зрения экономики в целом, является микроактами глобальной совместной деятельности в экономике. Для обмена результатов микроактов на ресурс жизнедеятельности (в общем случае обмен не на сам ресурс, а на права на его получение) агенты используют рыночную КММ, описанную в предыдущем разделе.

Возможно ли применение в экономике еще каких-то дополнительных КММ, и если да, то какими параметрами регулируется их работоспособность и при каких условиях их применение целесообразно?

Рассмотрим теоретические возможности увеличения количества агентов, согласующих свою деятельность с помощью вида КММ, который является обычным для малой группы. В общем случае, это возможно за счет специальных мер по уменьшению времени принятия решений в КММ, а также за счет мер, снижающих влияние стохастических изменений на обесценение содержания КММ.

Как было ранее установлено, если эти специальные меры реализуются путем снижения точности/подробности информационных образов агентов в КММ, то это ведет к тому, что КММ все в меньшей степени отражает реальное состояние среды жизнедеятельности и совместная деятельность агентов на основе такой КММ становится непродуктивной.

Однако, некоторые способы создания специфических видов работоспособных КММ возможны.

Для этого в информационные образы агентов, которыми они представлены в КММ малой группы, интегрированы информационные образы других агентов. Таким образом, каждый

агент представляет в КММ не только свои собственные намерения и возможности, но также намерения и возможности определенной группы агентов, которые согласились участвовать в совместной деятельности в такой форме. Агент, представляющий группу агентов в КММ, является их менеджером, а те, кого он представляет – его исполнители.

Для упрощения мы здесь рассматриваем индивидуальных агентов-исполнителей, но в общем случае каждый агент-исполнитель может в своем информационном образе представлять других агентов, аналогично как описано выше. Это приводит к появлению многоуровневой вложенности агентов в информационные образы друг друга. Этот случай в одном из предыдущих разделов был отмечен как иерархическая КММ.

В иерархической КММ агенты-исполнители согласовывают свою деятельность с менеджером, а также анализируют среду жизнедеятельности, в определенной степени создаваемую решениями, принятыми на другом уровне в КММ менеджеров. Они также согласовывают с менеджером какое количество прав на ресурс жизнедеятельности они получают в обмен на за свою деятельность.

КММ агентов-исполнителей и КММ агентов-менеджеров находятся на разных уровнях иерархии. Согласование деятельности между исполнителями реализуется командной системой, которую создает их менеджер. Агенты-менеджеры могут варьировать параметры создания иерархической КММ, в том числе меняя количество агентов-исполнителей, которых они представляют, и т.д. Агенты-исполнители могут выбирать в КММ с каким менеджером им вести свою совместную деятельность, а также на какой размер прав на ресурс жизнедеятельности обменивать свою деятельность.

Для обмена полученных агентами-исполнителями прав на ресурс жизнедеятельности они используют рыночную КММ.

Иерархическая КММ является работоспособным при следующих условиях: а) количество менеджеров, которые поддерживают и используют КММ, ограничено малой группой; б) увеличение СТХ, вызываемое ростом числа агентов, не превышает величины, при которой КММ теряет работоспособность; в) выгоды от роста количества участников совместной деятельности и расширения/углубления таким образом их специализации превышают экономические потери от упрощения в КММ информационных образов исполнителей, составляющих большую часть участников совместной деятельности в иерархических КММ.

Может показаться, что, создавая пирамиду из иерархически организованных КММ, командный механизм может успешно работать для согласования деятельности любого количества агентов. Однако, чтобы быть работоспособной на каждом иерархическом уровне КММ должна оперировать с все более и более упрощенными информационными образами агентов по сравнению с предыдущим уровнем. Упрощения информационных образов агентов в КММ накапливаются снизу в вверх по уровням иерархии. Начиная с некоторого уровня иерархии КММ, интенсивность стохастики, возникающая в следствии упрощения информационных образов исполнителей, будет обесценивать содержание КММ и лишать смысла принимаемые на этой основе решения. Содержание КММ будет уже слабо соответствовать реальным состояниям агентов и среды жизнедеятельности. Следовательно, принимаемые решения не будут иметь связи с реальностью и не дадут необходимого экономического эффекта.

Другими словами, расширение применение командного механизма на большее количество участников имеет экономический смысл пока вызываемый этим рост стохастики не очень

большой, а выгоды от роста количества участников совместной деятельности покрывают потери от упрощения информационных образов агентов в КММ и среды жизнедеятельности, что проявляется в несовпадении реальности и ее отображения в КММ.

Сочетание трех методов координации: малая группа, командная система и рынок, по факту обеспечивает согласование деятельности всех действующих лиц глобальной экономики. Малая группа дает самое эффективное согласование, но для небольшого количества участников. Командный метод работает хуже, чем малая группа, но он позволяет существенно увеличить количество участников совместной деятельности, хотя и его границы работоспособности ограничены. Рыночный метод наименее эффективен, но он обеспечивает включение в совместную деятельность всех агентов в экономике.

Действующие в экономике механизмы координации сформировались уже очень давно и доказали свою работоспособность. Однако, как отмечалось во введении этой статьи, за последние 30 лет возник новый фактор – радикальное улучшение возможностей для прямых и постоянных коммуникаций между людьми. Наличие этого фактора создает потенциал повышения эффективности механизмов согласования деятельности. Необходимо понять, как это потенциал может быть использован практически.

10. Идеальный механизм согласования деятельности

Рассмотренные в предыдущем разделе виды и характеристики механизмов координации не являются единственно возможными. Исследование возможных направлений развития и улучшения характеристик механизмов координации обещает значимый экономический эффект.

Исследования в этой области, близкие к нашему подходу, относятся к анализу и концептуализации процессов сотрудничества. Например, предлагается «шестислойная модель сотрудничества» (Briggs et al. 2014), авторы которой классифицируют важные для совершенствования процессов сотрудничества аспекты: цели сотрудничества, групповые рабочие продукты, групповые действия, групповые процедуры, инструменты совместной работы и совместное поведение. В других публикациях предлагаются «интеллектуальные основания» для обсуждения сотрудничества на базе компьютерных систем (Randrup et al., 2016), систем поддержки сотрудничества (Briggs et al. 2013), интегрированной среды для сотрудничества (Vindasius 2008) и т.д. Однако, все известные нам исследования такого рода игнорируют КММ, как базовый инструмент сотрудничества.

Базируясь на введенных выше теоретических представлениях, можно проанализировать возможности создания более эффективных для экономики комбинации механизмов координации, в том числе механизмов с заданными свойствами. Для примера, рассмотрим при каких условиях механизм согласования в экономике будет максимально близок к идеальному. Заданным свойством здесь является достижение максимальной близости механизма координации к идеальному.

Идеальное согласование деятельности означает:

- 1) информационные образы агентов в КММ максимально точно представляют их намерения и возможности;
- 2) изменения в состоянии экономической системы не успевают обесценить решения, которые агенты принимают с помощью КММ;

3) принимаемые агентами решения о совместной деятельности являются наилучшими, полностью учитывают их намерения и возможности, а также текущие условия среды жизнедеятельности.

Как было установлено ранее, близкое к этому, т.е. фактически идеальное, согласование совместной деятельности возможно в малой группе и является ее естественным атрибутом.

Для реализации согласования деятельности требуется определенный механизм, существенной частью которого является КММ. Для того, что механизм координации был идеальным он должен обеспечивать идеальное согласование деятельности, а также затраты общества на его поддержание должны быть равны нулю. Малая группа и здесь очень близка к этому состоянию, т.к. КММ в них создается и поддерживается благодаря природным способностям людей обмениваться информацией и договариваться о совместных действиях.

Проанализируем, при каких условиях механизм согласования деятельности для экономики в целом, который в реальности является определенным компромиссом между потерями и выгодами, будет максимально близок к идеальному. Эффективность механизма можно характеризовать некоторой условной величиной коэффициента его полезного действия (КПД). Точкой отсчета КПД механизма координации можно считать его функционирование в малых группах. Таким образом, КПД механизма согласования в малых группах возьмем за 100%. Необходимо учесть, что есть еще значение текущего максимально достижимого КПД, которое не может быть превышено при существующих в экономике в данный момент факторах, влияющих на работу КММ, например при текущем уровне развития ИКТ.

Близость КПД механизма координации к максимально достижимому в текущий момент значению определяется тем, насколько сложность/точность обрабатываемых в КММ информационных образов агентов оптимизирована под существующие в экономике:

- (а) аналитические мощности КММ (скорость обработки информационных потоков и нахождения оптимальных конфигураций совместной деятельности); и
- (б) интенсивность стохастических изменений в состоянии других агентов и в среде жизнедеятельности, от которых зависит с какой скоростью обесценивается информация, обрабатываемая в текущий момент механизмом координации.

Важно отметить, что в отличие от предыдущего раздела здесь мы рассматриваем ситуацию, когда согласование деятельности основывается на прямых коммуникациях между агентами участниками этой деятельности. Если сравнивать эту ситуацию с рыночным согласованием, то в рассматриваемом сейчас случае агенты анализируют не товарный спрос и предложение, а напрямую согласовывают с производителями и покупателями товаров то, что у них вместе должно получиться.

Допустим, у некоторого заданного агента существует достаточно **много** потенциальных партнеров по совместной деятельности, которые определенным образом распределены относительно него в системе общественного разделения труда и в пространстве социально-экономической системы. Такая ситуация является достаточно реалистичной, т.к. даже если у агента мало потенциальных партнеров в системе общественного разделения труда (по «производственным» связям), то в современной экономике для

поддержания своих жизненных сил (связи «потребления») агент обычно использует достаточно большое количество разнообразных ресурсов, у которых достаточно много агентов-производителей.

Для отдельно взятого агента в современной экономике сеть его связей производства и потребления, если взять хотя бы несколько уровней вложенных связей, включает очень большое количество агентов. Все эти агенты в большей или меньшей степени включены в согласование своей деятельности с заданным агентом.

Нас интересует как для подобного множества агентов, имеющих прямые коммуникации типа «все со всеми», создать КММ, которая обеспечит им условия для полного использования их намерений и возможностей в процессе согласования их совместной деятельности. Это означает необходимость решения задачи согласования деятельности, основанной на прямых связях, в масштабах всей экономики для любого отдельно взятого агента.

Как представляется, экономика, которая возникает в подобном случае (экономика прямых связей), по сравнению с ее современным образом, будет иметь радикальные отличия и много специфических особенностей. Для того, чтобы представить как изменилась бы экономика, если ее агенты имели прямые постоянные коммуникации «все со всеми» и действовал бы идеальный механизм координации, есть, как минимум, два способа:

1. Можно представить, что специфика совместной деятельности в самодостаточной малой группе распространяется на всю экономику. Самодостаточность означает, что необходимый ресурс для поддержания жизнедеятельности полностью создается членами этой малой группы. Похожее известно в истории экономических учений как экономика «Робинзона Крузо¹⁰». В подобной экономической среде нет необходимости в финансовой системе, т.к. процесс обмена, являющийся важнейшей частью современной глобальной экономики, отсутствует. Процессы производства, распределения и потребления регулируются коллективными договоренностями.

2. Достаточно допустить, что в среде жизнедеятельности агентов отсутствует стохастика и со временем не происходит обесценение содержания КММ. Агентам нет необходимости упрощать свои информационные образы, т.к. за некоторое конечное время они придут к согласованию своей деятельности, сколько бы их не участвовало в этом процессе. Агенты ведут совместную деятельность так, как это происходило бы в самодостаточной малой группе. В этой ситуации нет необходимости в использовании рыночного механизма координации и, значит, существенно уменьшается количество причин для использования командного механизма координации. Фактически, в этом случае возникает экономика прямых коммуникаций и коллективных решений. В этой экономике агентам, в частности, не нужны товары и отсутствуют операции по их покупке/продаже. Уже не нужен институт обеспечения и защиты прав на ресурс поддержания жизнедеятельности. Как следствие, не нужна финансовая система.

Поскольку в реальном мире исключить стохастическую составляющую нельзя, а согласование деятельности при прямых коммуникациях типа «все со всеми» включает слишком много участников, то требуется определенное упрощение задачи согласования, например, за счет упрощения информационных образов агентов.

¹⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Robinson_Crusoe_economy

Допустим, механизм согласования может оптимальным образом подстраивать (уменьшать или увеличивать) сложность/точность информационного образа каждого участника в зависимости от условий совместной деятельности, существующих у него по отношению к конкретным группам агентов, распределенным относительно него в системе общественного разделения труда и в пространстве социально-экономической системы.

Потенциальные участники совместной деятельности для заданного агента естественным образом распадаются на следующие группы: а) группа агентов, с которыми заданный агент имеет прямые связи в процессе производства и потребления; б) группа агентов, которые связаны производственными процессами и связями потребления с агентами из группы «а», т.е. агенты из этой группы имеют второй уровень связанности с заданным агентом и вовлечены в процесс совместной деятельности с заданным агентом через агентов из группы «а»; в) группа агентов третьего уровня связанности; и т.д.

Агент ведет согласование деятельности с агентами из всех этих групп одновременно. Это необходимо для обеспечения коллективности принятия решений. Таким образом, информационные образы всех этих агентов находятся в одной КММ. При этом, для каждой группы агентов могут варьироваться некоторые параметры. Например, для разных групп могут использоваться информационные образы разной степени подробности.

По сути, упрощение информационных образов здесь означает исключение из процесса согласования деятельности некоторых деталей, что позволяет сохранить ВПР на уровне, необходимом для сохранения работоспособности КММ. Это обеспечивает заданному агенту возможность прямого согласования деятельности со всеми участниками данных групп, но характер согласования может отличаться. Например, степенью актуальности содержания информационных образов при изменениях в состоянии агентов и их реакций на изменения в среде жизнедеятельности.

Подобный процесс варьирования точности/подробности информационных образов агентов КММ может работать как пошаговая оптимизация. Например, на первом шаге для каждого отдельного агента данный механизм обеспечивает согласование его совместной деятельности с максимально возможным количеством партнеров. Если текущие вычислительные мощности системы и интенсивность стохастических изменений не позволяют согласовать деятельность всех участников, то система исключает часть агентов, чтобы уменьшить интенсивность стохастики до приемлемого уровня.

Далее, для согласования деятельности заданного агента с агентами, исключенными на предыдущем шаге, система упрощает их информационные образы, чтобы уменьшить сложность согласования и/или уменьшить интенсивность стохастики, производимой этими агентами. Если при этих условиях, все еще остается часть агентов, для которых не удается согласовать совместную деятельность, то система делает еще один шаг, т.е. выделяет их в отдельную группу и выполняет для них еще больше упрощение их информационных образов. Данный цикл повторяется до тех пор, пока не останется агентов, согласование деятельности с которыми для заданного агента имело бы смысл.

В результате такой процедуры множество агентов, которые являются потенциальными партнерами заданного агента, шаг за шагом сегментируются в отдельные подпространства со своими КММ. Степень пошагового упрощения информационных образов агентов и связанные с этим общественные потери, как нам представляется, являются минимально необходимыми. КПД такого механизма должно быть близко к его текущему максимально достижимому значению. При использовании такого механизма общество «платит»

минимально возможную цену за выигрыш от согласования деятельности максимально большого количества агентов.

С учетом очень больших масштабов современной экономики неизбежным является постепенное упрощение образов агентов от варианта полностью динамического, представляющего изменения состояния агентов в реальном времени, до полностью статичного, представляющего, например, уже готовые результаты деятельности этого агента, которые уже невозможно изменить.

Если сравнить такой механизм координации с рыночным, который тоже обеспечивает согласование деятельности для экономики в целом, то одно из принципиальных отличий - согласование в обсуждаемом механизме сразу включает агентов-потребителей результатов этой деятельности. Тогда как на рынке, в общем случае, агент должен сначала согласовать «производственную» деятельность, чтобы произвести товар, а потом согласовать деятельность вида «потребление», чтобы найти для своего товара покупателей и обменять его на ресурс поддержания жизнедеятельности.

Включенность агентов-потребителей в КММ гарантирует, что результаты деятельности будут исходно соответствовать существующим потребностям. Разрыва между ними, как это имеет место при рыночной КММ, не происходит.

Как, в таком случае, происходит обмен результатов деятельности агента на заработанные и полагающиеся ему ресурсы жизнедеятельности, которые коллективно созданы всеми агентами в экономике?

Одним из этапов процесса согласования деятельности в КММ является принятие агентами решения о «вкладе» каждого в общий результат. Точнее, агенты договариваются на какую долю в коллективно созданном ресурсе жизнедеятельности каждый из них имеет право. Напомним, что мы рассматриваем ситуацию, когда в КММ представлены все агенты экономики и, следовательно, задача распределения ресурса жизнедеятельности должна решаться как одновременная для всех агентов.

В общем случае, этот этап согласования «распределение-потребление» представляется достаточно сложным и требующим большого ВПР.

Однако, и он может быть упрощен разными способами. Например, может быть использован способ аналогичный тому, как оплачивается работа в сфере научной деятельности. Оплата труда ученых, что является аналогом выделения прав на ресурс поддержания жизнедеятельности, существенно не зависит от результатов его деятельности. Она в большей степени определяется его статусом (научные степени, звания и т.п.). При таком способе агентам не нужно тратить ВПР на согласование параметров «распределение-потребление». Фактически, эта часть согласования деятельности либо совсем пропадает, либо радикально уменьшается.

В экономической науке известно, что такой способ «оплаты» труда негативно влияет на «производственные» мотивации работников. Однако, эти недостатки могут быть компенсированы способом, который также применяется в науке: регулярное тестирование (аттестация) ученого на соответствие получаемому вознаграждению. Использование подобного способа также не повышает ВПР, т.к. такой процесс «аттестации» проводится за рамками процесса согласования деятельности.

Рассмотрим теперь возможности практической реализации описанной выше абстрактной модели единого механизма согласования деятельности.

Фактически, здесь мы даем ответ на ранее поставленный вопрос: как на базе современных ИКТ можно было бы заново сконструировать более совершенный механизм согласования совместной деятельности для глобальной экономики в целом?

Основанием для конструктивного ответа на этот вопрос является тот факт, что современные ИКТ позволяют реализовать КММ в виде компьютерной информационной и аналитической системы, а перечисленные выше фундаментальные ограничения на работоспособность КММ могут быть ослаблены с помощью современных методов анализа данных, оптимизационного и имитационного моделирования, и т.п.

Используя современные достижения в разных областях, КММ может быть реализованная как интерактивная реалистичная динамическая имитационная модель с активными агентами и цифровыми двойниками, которая будет доступна участникам совместной деятельности через Интернет. При ее реализации на суперкомпьютерах время принятия решений в КММ может быть существенно уменьшено, а значит полноценное согласование деятельности может быть расширено на гораздо большее количество участников.

Алгоритмически, такая система могла бы основываться на описанной выше пошаговой схеме оптимизации механизма согласования. Для каждого отдельного агента данная система пытается обеспечить согласование его совместной деятельности с максимально возможным количеством партнеров. Если текущие вычислительные мощности системы и интенсивность стохастических изменений не позволяют это сделать, то система исключает часть агентов, чтобы уменьшить интенсивность стохастики до приемлемого уровня, и затем цикл повторяется.

Для экономики в целом, подобное сегментирование подпространств, взаимодополняющих друг друга для охвата максимально большего количества участников совместной деятельности, является задачей поиска оптимума между преимуществами от расширения масштабов и количества взаимодействующих агентов (преимущества в этом случае связаны с углублением специализации индивидов и развитием их общественного разделения труда), а также затратами, необходимыми, чтобы подобное расширение масштабов стало возможным, что подразумевает создание/поддержание определенных институциональных структур и затраты агентов на создание соответствующих информационных образов.

Подобный пошаговый механизм координации существенно отличается от рыночного в лучшую сторону. Согласование деятельности в этом случае не разделено на отдельные части: производственную и обмен результатов на ресурс жизнедеятельности. Вместо этого агенты согласуют свою деятельность напрямую с потребителями, как это в идеале может происходить в малых группах.

Это означает, что действующие в настоящее время механизмы координации рынок и командная система заменяются одной информационно-аналитической системой, которая выполняет роль единого механизма координации.

Такой единый механизм координации обещает существенный положительный эффект за счет использования механизма с более высоким КПД для согласования деятельности там, где ранее использовались менее эффективные (рынок или иерархия).

Когда такая компьютерная система реализована, то экономика и ее агенты, в том числе, получают следующие выгоды:

- агент может рассматривать всех существующих социально-экономических агентов как потенциальных партнеров для совместной деятельности и при необходимости иметь возможность согласовывать с ними свою деятельность независимо от их географического положения;
- компьютерные технологии позволяют улучшить эффективность всех процедур КММ, а также сделать более эффективной и саму совместную деятельность людей, в частности, улучшить возможности отдельного агента для его самореализации, улучшить выбор оптимальной конфигурации его деятельности в сотрудничестве с другими участниками с целью получения максимально возможного эффекта как для агента, так и системы в целом;
- программные интерфейсы такой системы могут выполнять функции институциональных структур, регулирующих совместную деятельность людей, а также улучшить контроль за соблюдением соответствующих норм и правил.

11. Заключение

Человечество 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.

В докладе Британского королевского научного общества, опубликованного в 2011 года, отмечается: «Сотрудничество сегодня важно, как никогда. В условиях, когда человеческое общество сталкивается с рядом широкомасштабных и взаимосвязанных 'глобальных вызовов', таких как изменение климата, продовольственная безопасность, энергетическая безопасность и инфекционные заболевания, международное научное сотрудничество имеет важнейшее значение¹¹». Хотя данный призыв обращен к научному сообществу, т.к. в большинстве случаев ученые первыми сталкиваются с возникающими глобальными вызовами, но это не уменьшает важность и актуальность развития средств сотрудничества для общества в целом.

Предлагаемый в этом исследовании подход к развитию общей теории согласования деятельности социально-экономических агентов создает, на наш взгляд, основу для теоретического исследования новых аспектов совместной деятельности, и конструирования на этой основе более совершенных механизмов координации. Основное положение этой теории формулируется следующим образом: в основе всех видов согласования социально-экономической деятельности лежит коллективная ментальная модель (КММ), которая имеет определенное количество управляемых параметров. Разнообразие видов механизмов координации порождается созданием специфических вариантов КММ, сохраняющих работоспособность для различного количества участников совместной деятельности.

¹¹ Final report - Knowledge, networks and nations, 2011, <https://royalsociety.org/topics-policy/projects/knowledge-networks-nations/report/>

В рамках этой общей теории предложено объяснение работы рыночного и командного механизмов координации. В частности, выяснено, что рыночный механизм не является единственно возможным способом согласования деятельности агентов глобальной экономики. Достижения последних десятилетий в развитии ИКТ открывают перспективы создания более совершенного механизма, который может заменить как рыночный, так и командный механизмы координации, выполняя роль единого механизма согласования деятельности.

Создание единого механизма координации, что, на наш взгляд, является естественным следствием развития цифровой экономики, означает радикальные изменения привычных экономических укладов. В частности, под угрозой оказывается финансовая система в ее текущем виде. Все вместе это формирует образ новой постцифровой экономики, в которой начинают доминировать новые механизмы координации и управления, использующие потенциал прямых коммуникаций между экономическими агентами.

Можно ожидать, что в результате общество получит качественно новый уровень использования имеющихся ресурсов, что увеличит вероятность успеха в противостоянии глобальным угрозам.

Литература

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.

Briggs, R. O., Kolfschoten, G. L., de Vreede, G.-J., Albrecht, C. C., Lukosch, S. G. and Dean D. L. (2014). A Six Layer Model of Collaboration. *A Six Layer Model of Collaboration*, edited by M.E. Sharp, Armonk, 2014, pp. 211-228.

Briggs, R. O., Kolfschoten, G. L., de Vreede, G.-J., Albrecht, C. C., Lukosch, S. G. and Dean D. L. (2013). Facilitator-in-a-Box: Process Support Applications to Help Practitioners Realize the Potential of Collaboration Technology. *Journal of Management Information Systems*, vol. 29, no. 4, 2013, pp. 159-194.

Denzau, A. T., & North, D. C. (1994). Shared mental models: ideologies and institutions. *Kyklos*, 47(1), 3-31. <http://ecsocman.hse.ru/data/957/750/1216/9309003.pdf>

Elliott, M. A. (2007). Stigmergic collaboration: a theoretical framework for mass collaboration, PhD thesis, Centre for Ideas, Victorian College of the Arts, University of Melbourne. <https://minerva-access.unimelb.edu.au/handle/11343/39359>

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.

Fan, X., & Yen, J. (2007). Realistic cognitive load modeling for enhancing shared mental models in human-agent collaboration. In *Proceedings of the 6th international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems* (p. 60). ACM. <http://www.cs.ucf.edu/~gitars/cap6671-2011/Papers/fan-humanagent.pdf>

Glenn, J. C. (2009). Collective intelligence: one of the next big things. *Futura* 28 (2009): 4.

Heylighen, Francis & Lenartowicz, Marta. (2017). The Global Brain as a model of the future information society: An introduction to the special issue. *Technological Forecasting and Social Change*. 114. 10.1016/j.techfore.2016.10.063.

Jones, N., Ross, H., Lynam, T., Perez, P., & Leitch, A. (2011). Mental models: an interdisciplinary synthesis of theory and methods. *Ecology and Society*, 16(1).
<http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art46/main.html>

Jonker, C., van Riemsdijk, M., & Vermeulen, B. (2011). Shared mental models. A conceptual analysis. In *Coordination, Organizations, Institutions, and Norms in Agent Systems VI*, 132-151.

Kolkman, M. J., Kok, M., & Van der Veen, A. (2005). Mental model mapping as a new tool to analyse the use of information in decision-making in integrated water management. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 30(4-5), 317-332. doi:10.1016/j.pce.2005.01.002

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.

Power, L. (2017). Collaboration vs. Cooperation. There Is a Difference. *Huffpost blog*:
https://www.huffingtonpost.com/lynn-power/collaboration-vs-cooperat_b_10324418.html

Randrup, N., Druckenmiller, D., & Briggs, R. O. (2016). Philosophy of Collaboration. In *System Sciences (HICSS)*, 2016 49th Hawaii International Conference on (pp. 898-907). IEEE.

Richards, D. (2001). Coordination and shared mental models. *American Journal of Political Science*, 259-276. <http://plouffe.fr/simon/OEIS/citations/ajps2.pdf>

Salas, E., Sims, D. E., & Burke, C. S. (2005). Is there a “big five” in teamwork?. *Small group research*, 36(5), 555-599.

Vindasius, J. (2008). *The Integrated Collaboration Environment as a Platform for New Ways of Working: Lesson Learned from Recent Projects*. Society of Petroleum Engineers, 2008. doi:10.2118/112218-MS

Паринов С.И. (2002). К теории сетевой экономики. Новосибирск, ИЭОПП СО РАН,
<https://play.google.com/books/reader?id=O1vmIgAAAEAJ>

Паринов С.И. (2020). Влияние развития коммуникаций на свойства экономики. *Журнал Цифровая экономика*, н. 9, с. 21-28. DOI: 10.34706/DE-2020-01-02