

---

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

---

### САМООРГАНИЗАЦИЯ – МОЩНОЕ СРЕДСТВО РЕШЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОБЛЕМ\*

© 2012 г. К.А. Багриновский

(Москва)

Известно, что в современных условиях сроки разработки новой техники резко увеличиваются, причем затраты на выполнение НИОКР и собственно производство становятся огромными. В настоящей работе рассмотрены основные причины этого явления и предложены способы возможного их сокращения на основе развития самоорганизации в передовых отраслях экономики.

**Ключевые слова:** самоорганизация, инновации, механизм обновления, эффективные технологии, комплекс моделей.

#### 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ

В настоящее время сроки разработки современной техники занимают десятки лет, а стоимости НИОКР и производства постоянно возрастают. Начало этих процессов приходится на 1980–1990-е годы, когда в СССР, США и других развитых странах началась разработка новых проектов, призванных заменить военную технику времен холодной войны. Уже тогда стало ясно, что одной из главных особенностей оружия нового поколения станет его огромная стоимость по сравнению с прежними системами. Однако разработчики обещали резкий рост эффективности, и в условиях продолжавшейся гонки вооружений заказчики обеспечивали необходимое финансирование.

Распад СССР означал выход из игры одного из участников гонки, но для США она продолжилась. При этом практически сразу же США столкнулись с тем, что рост стоимости военных разработок не гарантировал соответствующего роста возможностей новой техники, а меры, направленные на снижение цен, не приносили результата. Основными причинами подобных расхождений следует считать следующие.

Первая заключается в снижении эффективности управления современным ВПК в сочетании с чрезвычайно высокими стандартами потребления западного мира. Поскольку не было физической возможности перенести военное производство в страны третьего мира, как это было сделано с большей частью гражданских производств, западные страны оказались вынужденными платить очень большие деньги на всех этапах – от НИОКР до производства готового изделия.

Второй, гораздо более важной и труднопреодолимой причиной является технологический барьер, следствием которого становится снижение отдачи с каждого затраченного доллара (или рубля). Эта ситуация возникает перед военной промышленностью не в первый раз. Последний аналогичный случай произошел во время Второй мировой войны и в первые послевоенные годы, когда в авиации перешли от винтовых машин к реактивным самолетам. Тогда технологический рывок огромной мощности удался ведущим странам мира потому, что послевоенные условия жизни и работы заставили резко увеличить вложения в области военной техники и фундаментальной инженерии.

Сейчас новый барьер вырос практически перед всеми отраслями. Требуется все больше платить за все меньшие шаги по пути прогресса, зачастую сводящиеся к косметическим изменениям. Этот технологический барьер хорошо понимают все технические специалисты в про-

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект № 11-02-00227а).

мышленности, но по-другому его оценивают те, кто принимает административные решения – от менеджмента компаний до высшего военного и политического руководства, а также эксперты без инженерной квалификации.

Такой разрыв может привести к тому, что в своих планах и требованиях военные ведомства будут все чаще отрываться от реальной действительности. В частности, именно такой упрек был сделан Пентагону в докладе Ассоциации авиакосмической промышленности США под названием “*Неожиданная расплата: промышленные последствия выбора военной стратегии*”. В этом докладе ведущие инженеры американской авиационной промышленности прямо говорят, что планы Пентагона, связанные с достижением глобального технологического превосходства, не могут быть осуществлены в связи с отсутствием соответствующей фундаментальной базы (Крамник, 2012).

Этот барьер вырос не только перед США. Он стоит и перед странами ЕС, и перед Японией, к нему приближается и Россия, упустившая много времени после распада СССР и наверстывающая отставание сейчас. Остальные промышленно развитые страны, пользующиеся в основном плодами американской, русской и европейской мысли, тоже неизбежно упрутся в этот барьер вслед за своими “лидерами технологий”.

Следует заметить, что для России это препятствие обладает неким интересным положительным свойством. Технологический барьер, в который уже уперлись США, для нас еще впереди. Это позволяет нашей стране ликвидировать накопившееся за постсоветские годы отставание от лидера без излишнего напряжения. Нужно только правильно выбрать ключевые направления и разумно распределить ресурсы.

## 2. РОЛЬ САМООРГАНИЗАЦИИ В РЕШЕНИИ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

На наш взгляд, эффективные способы преодоления технологического барьера могут быть созданы именно на основе самоорганизации и включения механизмов инновационного развития, что приведет к совместной работе компаний, действующих в атомной промышленности, производстве компьютеров и средств связи, а также в современном машиностроении. Переход к эффективным технологиям основан главным образом на открытиях и изобретениях, позволяющих добиться сокращения затрат основных ресурсов за счет некоторого увеличения издержек на научные исследования и разработки. При этом материальной основой этого процесса следует считать стремление производства к ресурсосбережению, а также постоянное создание новых видов материалов, промышленное производство и систематическое применение которых дает несомненный экономический эффект при любом шаге в правильном направлении.

Под механизмом инновационного (научно-технологического) развития понимается система взаимоотношений между государством, научно-технической средой и рыночными силами, которая обеспечивает постоянное совершенствование и обновление технологической вооруженности национальной экономики. Этот механизм включает ряд целевых секций, предназначенных для решения конкретных задач развития научно-технического прогресса в экономике; они имеют дело с исследованиями и разработками в области создания реальных ценностей и преследуют цель увеличения благосостояния человечества в самом широком смысле.

Значительную роль в этом движении играет механизм обновления продуктов и технологий, который основан главным образом на сокращении прямых затрат труда и материалов за счет заметного увеличения более сложных видов затрат, в особенности расходов на НИОКР. Современные новые технологии, как правило, возникают в результате комплексного использования крупных достижений в области электроники, разработки новых материалов, компьютерного проектирования и т.п.

## 3. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ САМООРГАНИЗАЦИИ

Процесс управления называется *самоорганизующимся*, если уменьшение априорных неопределенностей, приводящее к эффективному управлению, достигается за счет информации, получаемой в ходе процесса управления из последовательных наблюдений доступных входных и выходных сигналов.

Самоорганизация достигается различными способами, из которых можно выделить следующие:

1) снижение степени неопределенности описания динамики объекта (самоорганизующийся процесс параметрической адаптации), например, работа системы такси в большом городе;

2) уменьшение неопределенности, непосредственно связанное с улучшением качества системы (функционально-адаптивный самоорганизующийся процесс – самонастройка).

Полезный результат в развитии самоорганизации может быть достигнут путем использования синергетического подхода в сфере бизнеса. Сам термин «синергия» означает способность двух или более хозяйственных единиц создавать, работая вместе, стоимость большую, чем они создали бы, работая по отдельности.

Проведенные исследования (Голд, Кэмбелл, 2009) показали, что синергию в бизнесе, как правило, можно выразить одной из следующих форм.

1. Совместное использование предприятиями знаний или навыков.

2. Разработка скоординированных действий против общих конкурентов, которая может стать мощным и эффективным средством противодействия конкурентным угрозам.

3. Во многих случаях хозяйственные единицы могут добиться значительной экономии средств, совместно используя материальные активы и ресурсы. Например, имея общее производственное предприятие или лабораторию, они могут получать экономию на масштабе и избегать дублирующих действий.

4. Вертикальная интеграция хозяйственных единиц путем координации потока товаров или услуг из одной единицы в другую может позволить сократить затраты на товарно-материальные запасы, ускорить разработку новых изделий, повысить загрузку производственных мощностей и облегчить доступ к рынку.

5. Объединение своих закупок различными хозяйственными единицами позволяет увеличивать давление на поставщиков, что приводит, как правило, к сокращению затрат и в некоторых случаях к повышению качества покупаемых товаров.

6. Создание новых совместных предприятий может происходить путем объединения технологий различных хозяйственных единиц, выделения некоторых видов деятельности из различных единиц и объединения их в новое предприятие, а также путем создания внутренних совместных предприятий и альянсов.

Значительную роль в развитии процесса самоорганизации играет инновационный механизм обновления продуктов и технологий (Мезозэкономика развития, 2011, п. 5.3). Он призван обеспечивать удовлетворение новых потребностей в оборудовании и в создании новых технологий, которые возникают в ходе сближения взаимодействующих производств.

Как уже отмечалось ранее, процесс управления является самоорганизующимся, если уменьшение априорных неопределенностей, приводящее к эффективному управлению, достигается за счет информации, получаемой в ходе процесса управления из последовательных наблюдений доступных входных и выходных сигналов. При этом получаемая от объекта управления информация используется управляющим устройством и соответствующим блоком оценки качества работы системы. В работе (Багриновский, 1999) представлен процесс самонастройки на примере решения задачи о поддержании постоянной величины валовой выручки на заданном уровне для динамической экономической системы.

Внимательное изучение самоорганизующихся систем показывает, что практически во всех них существенную роль играет действие двух различных внутренних сил. Первая – сила постоянного взаимного притяжения объектов (*attractive power*), отражающая необходимость их сближения для более успешного решения стоящей перед ними совместной задачи. Вторая – сила взаимного отталкивания (*repulsive force*), которая включается в тех случаях, когда партнерам в ходе совместной работы грозит какая-то опасность вроде столкновения друг с другом или с независимым препятствием, связанным с ограничением деятельности объектов во времени или пространстве.

В теории адаптивных систем широко используется понятие *агента*. Агенты системы – это единицы, принимающие решения, причем их выбор определяется соответствующими правилами. В качестве агентов могут фигурировать атомы, компьютерные программы, отдельные люди и целые коллективы. Правила поведения атомов – законы химии. Правила поведения компьютерных программ как агентов ясны и просты. Правила поведения людей, и в особенности коллективов, оказываются гораздо более сложными.

В этом аспекте самоорганизация может быть интерпретирована как важное свойство группы агентов – способность автономно организоваться, чтобы создавать более сложные системы или структуры, которые способны решать сложные задачи, решение которых недоступно для отдельных агентов. Например, для создания воды из водорода и кислорода не нужен менеджер: нужно только поместить их вместе в благоприятных условиях, и вода появится сама собой. Такой подход – создание благоприятных условий – может служить основой для разработки методов создания адаптивных систем и управления ими.

Адаптивные системы обычно возникают в результате взаимодействия агентов по правилу “снизу вверх”. С точки зрения самоорганизации правильно исходить из того, что агент, которому уделяется наибольшее внимание в производственных системах, – отдельный человек. Для успешной работы в направлении создания благоприятных условий следует разложить поведение корпорации на специфические правила, которыми должны руководствоваться отдельные исполнители. При разумной согласованности этих правил они создают надежную основу для самоорганизации коллектива сотрудников предприятия.

Отсюда возникнет возможность того, что решения человека смогут управлять способностями предприятия. При этом одной из способностей станет адаптация – умение использовать преимущества творческой энергии, импульсов, направленных на координацию работ различного направления, сочетание разнообразных идей и замыслов внутри и вне границ предприятия.

Таким образом, чтобы управлять по принципу “снизу вверх”, руководству хозяйственной единицы нужно перенести акцент с прямого контроля действий людей на усиление влияния на их решения.

Идею «притяжения и отталкивания» можно перевести в представление об адаптивном поведении предпринимателя, которое может быть определено как жадность, т.е. стремление получить большую прибыль. В то же самое время правило отталкивания отражает экономическую закономерность, согласно которой, если слишком много людей занимается одним и тем же бизнесом в одном и том же месте, то прибыль уменьшается.

Этот подход использован фирмой, занимающейся обслуживанием домашних телефонов, для управления парком своих сервисных автомобилей. Обычно в начале рабочего дня телефонная компания выдает каждому служащему сервисного отдела график работы на день. Этот график составлен на основе тех звонков от клиентов, которые компания получила утром. Однако в течение дня возникают новые проблемы, а некоторые сервисные работы могут потребовать больше времени, чем предполагалось ранее. Вместо того чтобы заставлять диспетчера постоянно корректировать ситуацию в реальном времени, компания может создать систему, которая ранжирует проблемы по степени их важности. Бизнес-клиент, контракт которого гарантирует устранение неисправности в течение двух часов, может получить преимущество в сравнении с частным клиентом, который вообще не заключал сервисного контракта. Когда техник сервисного отдела заканчивает очередную работу с клиентом, он сверяется с плановой моделью, которая указывает ему дальнейшие действия с учетом местонахождения других сервисных автомобилей. Следующий визит техника определяется данными этой модели. Модель также позволяет изучать и сравнивать различные версии заложенных правил (например, изменять пункты сервисных контрактов, уменьшать или увеличивать число действующих сервисных машин), чтобы понять, как это влияет на затраты и время ожидания клиентов.

Итак, в приведенной модели сложный процесс распределения ресурсов выполняется не путем централизованной оптимизации, а в результате независимых действий элементарных систем, которые следуют заранее подготовленным правилам. Определенные клиенты не прикрепляются к конкретным техникам сервисного отдела. Здесь происходит управление правилами, а не людьми.

Такое же управление правилами, а не людьми осуществляется при помощи компьютерной модели, разработанной в авиационной компании для повышения качества грузовых операций. До разработки этой модели, хотя затраты были высокими, к концу дня аэропорты были завалены мешками, что влекло за собой необходимость очень трудоемких процедур. В предлагаемой модели каждый груз считается агентом системы. В результате тестирования возможных правил на реальной информации было принято следующее: доставить каждый груз на тот самолет, который приземлится в пункте назначения груза, не обращая внимания на число остановок в пути или время задержек, прежде чем самолет окажется в воздухе. Оказалось, что при помощи этой модели почти не ухудшилось качество сервиса, а число операций с грузами уменьшилось на 75%.

#### 4. ПРИМЕРЫ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ ЭКОНОМИКИ НА ОСНОВЕ САМООРГАНИЗАЦИИ

Строго говоря, принцип самоорганизации означает, что лидеры могут влиять на результаты деятельности компании, учитывая правила поведения отдельных исполнителей и изменяя или правила, или обстоятельства, в которых эти правила работают. Можно более подробно обсудить эту тему на примере разработки полезного способа управления воздушным движением.

Федеральное агентство гражданской авиации США, которое регулирует один из самых сложных секторов экономики, переходит к принципам создания самоорганизующихся систем, чтобы освободить пилотов от ограничений служб наземного управления.

Вводимая система Free Flight позволит пилотам самостоятельно определять курс полета, руководствуясь некоторыми простыми правилами. Первый шаг в направлении такой самоорганизующейся системы (даже когда самолеты нижнего уровня летят на высоте 11 тыс. м) – программа под названием “Система оценки запроса клиента”. Она позволяет операторам с помощью компьютеров заглядывать на 20 минут вперед – в будущее графика любого полета. Когда пилот делает запрос на изменение курса по погодным условиям, оператор вводит данные, и обычный компьютер включает зеленую или красную лампочку. Прежде такие решения принимались на основании устного счета и изучения бумажных лент, которые двигались перед оператором.

Программа Free Flight основана на способности пилотов воспринимать информацию и реагировать на нее в режиме реального времени. Эту способность обеспечивают прямые связи между навигационными компьютерами авиалайнеров и глобальной спутниковой системой определения места (Global Positioning System, GPS), которая определяет положение объектов с точностью до нескольких метров. Согласно правилам системы каждый самолет окружают две концентрические зоны. Более узкая зона защиты не должна пересекаться с зоной защиты любого другого самолета. Если это происходит во время полета, то немедленно включается сигнал тревоги, и пилоты предпринимают действия, необходимые для того, чтобы развести самолеты.

Пилотам больше не нужно следовать зигзагообразным траекториям маршрутов, ведущих их от одного радиомаяка до другого. У них возникает больше свободы в самостоятельном выборе маршрута в соответствии с погодными условиями. Подобно военным самолетам или компаниям с адаптивной стратегией, самолеты больше не будут следовать по заранее предписанному пути. Благодаря исключительной точности информации GPS необходимое вертикальное расстояние между самолетами снижается вдвое. Это означает, что число возможных маршрутов для самолетов удваивается.

Самоорганизация приносит надежные результаты тогда, когда люди свободно сотрудничают друг с другом и имеют в своем распоряжении обратную связь, которая направляет их поведение. Для адаптивного предприятия это становится необходимым условием. Вместо того чтобы пытаться контролировать все мелочи в работе компании, руководители *адаптивных предприятий* будут создавать правила, которые направляют действия, и будут управлять правилами. Эти правила, применимые к машинам, служащим или партнерам, представляют собой инструкции для компьютерных систем управления инвестициями и продавцами на местах. Вместо того чтобы создавать беспорядок в системе принятия решений или запутанные цепочки команд, в которых

исполнителям нужно получать одобрение, прежде чем что-то сделать, адаптивный руководитель будет поощрять автономию и уменьшать риск, устанавливая принципы и ограничения, управляющие независимыми действиями. Для этого необходимо перенести внимание с конкретных функций процессов на создание взаимосвязанных возможностей, которые способствуют автономным действиям исполнителей и их координации.

Для описания способности хорошо информированных подразделений к сложным самостоятельным действиям, направленным “снизу вверх” (Майер, Дэвис, 2007), используется термин “самосинхронизация”. Самосинхронизация основана на решениях “снизу”, которые приняты на основе достоверной информации и скоординированы между собой. Она полезна только в том случае, когда индивидуальные действия соответствуют общей стратегии, называемой «намерением руководителя». Она также требует единства усилий и тщательно продуманных правил ведения задуманной операции. При этом цель операции и правила должны соответствовать друг другу и быть известны всем участникам операции с самого начала.

Таким образом, намерение руководителя выражается, как команда, а управление – как обратная связь, при помощи которой передается информация о результатах предпринятых действий. В ходе выполнения операции руководство полагается на эту информацию, которая поступает “снизу”. Обратная связь позволяет ему адаптироваться к изменившимся условиям: исследовать скоротечные возможности, реагировать на возникающие новые проблемы, менять первоначальные схемы и главные направления усилий. В результате возникает система взаимной поддержки, система типа “брать и отдавать”, в которой взаимодействуют взаимодополняющие силы командования и контроля, обеспечивая постоянную адаптацию исполнителей к изменяющимся требованиям.

В большом городе у внешнего наблюдателя может создаться впечатление о некотором чудесном диспетчере, который оптимизирует распределение машин. На самом деле система такси действует по принципу самоорганизации. Каждая машина – это агент системы, действующий по правилам. При этом правила агентов адаптивны, они меняются в зависимости от времени года и постоянно обновляются по мере застройки жилых районов и изменения правил и интенсивности дорожного движения.

Подобный способ управления может быть применен и на производственных предприятиях. Например, на фабрике по производству грузовиков была внедрена самоорганизующаяся система управления контейнерами с краской. Эта автоматизированная система позволяет контейнерам самостоятельно определять затраты на покраску каждого грузовика, движущегося по конвейеру. Если установлен контейнер с черной краской и рядом появляется грузовик, который должен быть черным, то контейнер назначает низкую цену. В другой ситуации из-за стоимости перенастройки цвета контейнер может назначить очень высокую цену за покраску грузовика в белый цвет. Эта самоорганизующаяся система позволяет решить важную проблему менеджмента – определение оптимальной последовательности грузовиков с точки зрения минимизации затрат на перенастройку контейнеров с краской – и совершенствует очень ненадежный участок системы производства.

Существует возможность применения описанного выше подхода к решению задач типа «проблемы коммивояжера» для размещения беспилотных самолетов в условиях полной неизвестности о том, куда какой самолет отправится дальше и сколько самолетов останется в строю в рамках определенного времени. Для этого каждый самолет-разведчик оснащается небольшим процессором, который обрабатывает информацию о местных условиях, исходя из двух критериев (стремления к приобретению новых сведений и безопасности), и заставляет самолет собирать как можно больше разведывательных данных. Поэтому каждый раз, когда спутник получает новую информацию, самолет может изменить свое решение по поводу того, куда отправиться дальше, в зависимости от времени и наличия топлива. При этом критерий безопасности запрещает самолету подходить слишком близко к его “коллегам” – другим беспилотным самолетам, чтобы не дублировать данные и снизить риск быть сбитым теми же зенитными средствами, разведку которых он ведет.

## 5. УПРАВЛЕНИЕ ПРАВИЛАМИ – ОСНОВНАЯ ОСОБЕННОСТЬ ПРОЦЕССА САМООРГАНИЗАЦИИ

В целом приведенные выше примеры показывают ряд общих преимуществ самоорганизации по сравнению с управлением “сверху вниз”. Остановимся подробнее на этих преимуществах.

1. *Гибкость*: группа может быстро адаптироваться к изменениям окружения. Когда исполнители становятся более тесно связанными, эта способность приобретает еще большую важность, как в примерах с самолетами-разведчиками и с грузовиками.

2. *Устойчивость*: группа исполнителей остается способной выполнять свои задачи, даже если один или несколько человек столкнутся с неудачей. Самоорганизующаяся система может функционировать в условиях относительно небольшого контроля сверху и позволяет производственному сообществу решать проблемы, которые очень сложны и не могут быть решены сравнительно недорогим способом путем использования систем централизованного управления. Хорошие примеры этому – контейнеры с краской и работа такси большого города.

3. *Инновации*: для их разработки можно найти применение способностям всех сотрудников, а не только тех, кто входит в специальные элитные группы. Новые возможности связи значительно ускоряют этот процесс.

4. *Взаимозаменяемость*: в результате создания специальных сайтов у клиентов, партнеров и служащих компании возникает возможность добровольно решать проблемы друг друга. Благодаря этому пользователи отвечают на тысячи технических вопросов в неделю, эти ответы обычно доводятся до совершенства и включаются в базу технических знаний компании.

5. *Совершенствование*: компьютерные модели процессов самоорганизации становятся все более совершенными, благодаря чему они позволяют осуществлять принципиально разные подходы к решению новых задач и обнаруживать новые результаты.

В этом случае может быть создана возможность того, что решения человека смогут управлять способностями предприятия. При этом одной из важнейших способностей станет умение использовать преимущества творческой энергии, импульсов, направленных на координацию работ различного направления, для сочетания разнообразных идей и замыслов внутри и вне границ предприятия.

Механизм обновления будем называть *эффективным*, если с большой долей уверенности можно утверждать, что в результате его работы в течение сравнительно небольшого времени произойдет полная замена прежних продуктов (технологий) новыми, т.е. будет реализовано вытеснение старых изделий из производства и с рынка.

Для того чтобы механизм обновления становился эффективным в конкретных условиях инновационного процесса, нужно сначала рассмотреть его основные элементы и слабо формализуемые особенности.

Переход к эффективным технологиям основан главным образом на открытиях и изобретениях, позволяющих добиться значительного сокращения затрат основных ресурсов за счет некоторого увеличения издержек на научные исследования и разработки. Материальной основой такого процесса следует считать стремление производства к сбережению ресурсов, а также постоянное создание новых видов материалов, промышленное производство, систематическое применение которых дает несомненный экономический эффект при любом шаге в правильном направлении.

В работе (Багриновский, Исаева, 2008) показан пример взаимодействия двух механизмов инновационного развития – механизма освоения новых наукоемких технологий и механизма научно-технологического развития.

## 6. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ САМООРГАНИЗАЦИИ

Разработку экономико-математических моделей процессов самоорганизации следует осуществлять на основе изучения конкретных эффективных механизмов обновления продуктов и технологий, выделяя главные элементы и слабо формализуемые особенности таких механизмов.

Работа объектов в режиме «притяжения» может быть описана при помощи математических моделей, берущих начало в представлении закона всемирного тяготения. Работа объектов в режиме «отталкивание» требует для описания аппарат теоретической механики. Следует иметь в виду, что характерная черта концепции инновационного развития в рыночной экономике состоит в том, что решение важнейшей задачи достойного восприятия нововведения рынком обычно формируется на самых ранних этапах разработки этого новшества в рамках крупного предприятия-инноватора. Именно здесь происходит подготовка к необходимой мобилизации и последующее объединение трудовых, материальных, финансовых и технологических ресурсов, требующихся для осуществления намеченного проекта.

Также следует отметить существенную роль участия в процессе самоорганизации научно-учреждения или группы научных учреждений различного профиля, которые решают многие серьезные проблемы, начиная от задачи нахождения и закрепления достаточно большой и доходной рыночной ниши для новшества вплоть до разработки комплекса динамических моделей для описания совокупного движения всей системы в направлении самоорганизации. При этом важнейшими элементами описания инновационного цикла становятся как процесс выявления групп возможных потребителей и заказчиков, так и определение допустимых значений ценовых характеристик нового продукта и возможных для него размеров рынка.

Для исследования процессов взаимодействия механизма освоения новых наукоемких технологий и механизма обновления разработана модель эффективного освоения новых технологий. В этой модели отражены все особенности разработанных ранее экономико-математических моделей указанных механизмов (Багриновский, Исаева, 2008), а также способы передачи информации между этими механизмами. В качестве объекта исследования рассматривается научно-производственное объединение, в котором главную роль играет производственное предприятие (ПП) или совокупность предприятий, имеющие своей целью максимизацию своих доходов. Другой составляющей частью объединения является научно-исследовательская организация (НИО), которая либо входит в него на равных с предприятием правах, либо связана с ним специальными соглашениями, которые надежно обеспечивают выполнение заказов предприятия научными работниками по заранее согласованной программе.

Одной из главных задач НИО является разработка новых продуктов и технологий, а также определение данных о коэффициентах их доходности, параметров расхода основных трудовых, энергетических и материальных ресурсов с учетом возникающих прогрессивных изменений. Использование рассматриваемой комплексной модели освоения новых технологий (КМОТ) начинается с того, что указанные данные после проведения тщательной экспертизы и утверждения руководством предлагаемых серий расчетов становятся главной информацией для основной оптимизационной модели предприятия. Эта модель также разрабатывается в НИО и предназначена для определения оптимальных значений интенсивностей применения всех используемых и предлагаемых новых технологий в конкретных условиях данного ПП.

За основу описания модели механизма освоения новых наукоемких технологий может быть принята концепция, предложенная в работе (Багриновский, Исаева, 2008), которая приводит к системе, состоящей из трех основных блоков.

Первый блок системы («Научные исследования и разработки») отражает процесс взаимодействия заказчика новой технологии с научно-исследовательской организацией, выполняющей этот заказ. В блок входит группа специальных моделей, предназначенных для описания зависимости между успешностью выполнения заказа и объемом средств, выделяемых на требуемые НИОКР. Результатом работы этого блока являются данные о коэффициентах доходности (или качества) продуктов, производимых по новой технологии, и о расходных коэффициентах основных производственных ресурсов, используемых в обновленном процессе.



Второй блок системы (“Описание процесса производства”) состоит из моделей, отражающих ограничения, накладываемые на производственный процесс со стороны обеспечения его ресурсами в условиях внутренней конкуренции между новыми и существующими (применяемыми) технологиями. В динамическом варианте имитационной системы эти данные постоянно корректируются по прямой связи с первым блоком. В результате совместной работы первого и второго блоков на каждом такте расчетов получают данные, необходимые для формирования комплекса ограничительных условий и целевой функции в основной модели оптимизации.

Третий блок (“Основная модель оптимизации”) содержит основную модель оптимизации производственной системы, которая предназначена для подготовки расчетов (совместно с ЛПП) основных параметров оптимизационной модели получения максимума чистого дохода. Здесь формируются ценовые показатели для всех видов изделий компании на основе информации о состоянии продаж этих изделий на соответствующих рынках и возможных прогнозных суждений и расчетов. В частности, для дальнейших этапов работы подготавливаются возможные варианты цен продуктов.

Результаты работы третьего блока (и имитационной системы в целом) способствуют достижению обоснованных решений в общей системе управления внедрением новых технологий, а также дают возможность оценить объем финансирования НИОКР, относящийся к первому блоку и осуществляемому из собственных средств предприятия. Так моделируется обратная связь между доходностью предприятия и его технологическим перевооружением.

Для исследования более сложных самоорганизующихся систем предлагается описанная ниже структурная схема, которая также предназначается для конкретной реализации в НИО.

## 7. СХЕМА РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСА МОДЕЛЕЙ САМООРГАНИЗАЦИИ

Предлагаемая схема состоит из пяти основных блоков и ряда вспомогательных разделов.

### **Блок 1.**

А. Проведение анализа и сопоставления готовности к самоорганизации отдельных блоков рассматриваемой системы.

Б. Выбор группы наиболее подготовленных объектов и их ранжирование по степени готовности.

### **Блок 2.**

А. Исследование вариантов возможной траектории движения избранного объекта (лидера) в режиме взаимного притяжения с другим объектом (соучастником – participant). Определение возможных мест и моментов появления препятствий, которые могут привести к необходимости использовать режим отталкивания.

Б. Проведение сравнительной оценки вариантов и выбор наилучшей траектории с точки зрения наименьших затрат ресурсов и возможно большей безопасности движения.

### **Блок 3.**

А. Разработка динамической модели конкретного движения в режиме взаимного притяжения с учетом возможных переключений на режим отталкивания.

Б. Разработка модели конкретного движения в режиме отталкивания с учетом возможных переключений на режим взаимного притяжения.

### **Блок 4.**

А. Проведение серии экспериментальных расчетов и анализ полученных результатов, выявление и исправление возможных неточностей и ошибок.

Б. Выбор следующих объектов и переход к блоку 2.

В. В случае исчерпания списка подготовленных объектов переход к блоку 5.

**Блок 5.**

А. Разработка комплекса динамических моделей для описания совокупного движения всей системы в направлении самоорганизации.

Б. Разработка и включение в создаваемый комплекс алгоритма, обеспечивающего защиту каждого объекта от непредвиденного столкновения с другим объектом при помощи создания для него специальной зоны безопасности.

В. Проведение серий экспериментальных расчетов и анализ полученных результатов, выявление и исправление возможных неточностей и ошибок.

Г. Организация прямо-сдаточных испытаний разработанного комплекса и решение с его помощью конкретных задач повышения эффективности инновационной деятельности в экономике России.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

**Багриновский К.А.** (1999): О методах адаптивного управления в переходной экономике // *Экономическая наука современной России*. № 2.

**Багриновский К.А., Исаева М.К.** (2008): Методы анализа механизма освоения новых технологий // *Экономическая наука современной России*. № 2 (41).

**Голд М., Кэмбелл Э.** (2009): В поисках синергии. Корпоративная стратегия. М.: ООО «Юнайтед Пресс».

**Крамник И.** (2012): Способны ликвидировать отставание // *Эксперт*. № 1.

**Майер К., Дэвис С.** (2007): Живая организация. М.: Хорошая книга.

Мезоэкономика развития (2011): Мезоэкономика развития / Под ред. Клейнера Г.Б.. М.: Наука.

Поступила в редакцию  
28.02.2012 г.

**Self-Organization – Powerful Tool for Solving Innovation Problems****К.А. Bagrinovsky**

Modern economics is known for dramatically increasing the time for development of the new equipment. The costs of R&D and production actually become very large. We examine the main causes of this phenomenon and suggest the possible ways to change the position on the basis of self-organization in the advanced sectors of the economy.

**Keywords:** self-organization, innovation, the update mechanism, effective technology, complex of models.