



ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА: СТРУКТУРА И ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

С.А. Коробов, С.А. Молоканов, А.Н. Мигаль

В России продолжает существовать объективная необходимость построения национальной и региональных инновационных систем (ИС), определяемая следующими обстоятельствами.

Вместе с развалом плановой экономики СССР была разрушена и существовавшая ИС [16], старые связи были нарушены, финансирование науки государством резко сократилось. Промышленные предприятия, перешедшие в частные руки и имевшие серьезные финансовые проблемы в начале и середине 1990-х гг., не предъявляли спрос на научные разработки. В итоге элементы существовавшей некогда ИС оказались предоставленными самим себе, без финансирования, без возможности сбывать произведенную продукцию внутри страны. В то же время отсутствовала сколько-нибудь значимая помощь государства, направленная на сглаживание проблемной ситуации. В частности, либо вообще не были созданы, либо существенно не повлияли на сложившееся положение объекты инновационной инфраструктуры, созданные для восстановления связей между элементами инновационного процесса.

Из-за неудовлетворительного состояния науко- и капиталоемких секторов экономики, недействительности технологических цепочек между производствами и их связей с научными организациями многие перспективные разработки остаются на стадии создания экспериментальных образцов. Отсталость производственных фондов отечественных предприятий делает невозможным внедрение в производство сложных инноваций, требуя комплексной модернизации взаимосвязанных производств. Несмотря на увеличение числа организаций, специализирующихся в области поиска и коммерциализации технологий, действительно активных среди них единицы [8, с. 282, 290, 306, 317].

По косвенным данным (несущественная доля инновационно активных предприятий в рос-

сийской промышленности; незначительная величина затрат на исследования и разработки в структуре затрат промышленных предприятий на инновации; доминирование в структуре затрат на инновации промышленных предприятий закупок машин и оборудования; очень низкий удельный вес принципиально новой и усовершенствованной продукции на предприятиях российской промышленности; большое отрицательное сальдо внешнеторгового баланса по статье торговли наукоемкими технологиями и др.) можно сделать вывод о сложившейся в России неудовлетворительной ситуации в области производства инноваций (см.: [7; 12, с. 8, 13–14; 13, с. 104, 106–107]). Причина этого кроется в разрозненности элементов – участников инновационного процесса и отсутствии внешней силы, способной объединить их в единый механизм для достижения общей цели развития наукоемкого производства страны.

Несмотря на популярность темы малого инновационного предпринимательства как средства развития инновационной составляющей экономики России (и ее регионов), их количество и доля продукции в ВВП (ВРП) не представляют сколько-нибудь значимых величин [3, с. 249; 6, с. 70; 11, с. 112–115; 13, с. 6, 41]. По мнению авторов, малое инновационное предприятие (МИП) способно проявить свои преимущества и оказать сколько-нибудь значимое влияние на инновационный процесс лишь в рамках ИС, как один из ее элементов, выполняя свои задачи для достижения интегральной цели. Только в этом аспекте является целесообразным развитие малого инновационного бизнеса в России. Ведь МИП и в развитых капиталистических странах в основном интегрированы в более крупные частные или государственные структуры [17; 8, с. 68]. Поскольку частный капитал на Западе имеет несравненно более длительную историю развития, чем в России, он оказывает там существенное влияние на развитие инновационных процессов.

На данном этапе в России частные инвесторы не склонны заниматься финансированием рискованных инновационных проектов с длительным сроком отдачи от вложенных средств и тем более вкладывать деньги в научные поиски. Если рассчитывать на частный капитал, то инновационная активность в промышленности так и будет носить вялый характер, сосредоточиваясь в основном на закупках импортных устаревших технологий, а немногие реально функционирующие научные организации так и будут продавать «интеллектуальное сырье» за рубеж. Исправить сложившуюся ситуацию можно с помощью государства, выстроив ИС и осуществляя управление на базе общих принципов ее функционирования.

Общие закономерности инновационного процесса указывают на необходимость работы его субъектов в системе [14, с. 125, 133–134, 149, 151–153, 156–160, 228–229]. Так, нелинейность создания новшества указывает на необходимость постоянного взаимодействия членов инновационного процесса; направленность на достижение общей цели, обусловленной выявленными потребностями, посредством решения конкретных задач позволяет снизить неопределенность; совокупность разнообразных научных знаний, формируемых в системе, служит неопределимым источником идей для всех ее элементов.

Ориентация российской промышленности на экспорт сырья и полуфабрикатов, неразвитость обрабатывающих, и в частности наукоемких, производств [5, с. 66; 9, с. 17; 10] приводит к невыгодному для страны обмену отечественного сырья на готовую импортную продукцию. Это не выгодно в аспекте обмена стоимостями при сложившихся пропорциях в структуре внешнеторгового оборота, где доминируют добывающие производства. Отсталость наукоемких отраслей влечет за собой потерю мастерства, знаний и навыков, которые должны накапливаться десятилетиями, выбытие высококвалифицированного работника из армии трудящихся, что приводит к деградации рабочей силы страны в целом. Неразвитость отечественной обрабатывающей промышленности и отсутствие государственной политики в области развития и формирования потребностей человека приводят к вынужденному перениманию чужих потребностей, невозможно-

сти создавать собственные и удовлетворять их другим путем. Деградация отраслей, создающих средства производства, приводит к снижению эффективности и росту стоимости отечественной продукции конечного потребления; вынуждает отечественных производителей закупать импортные машины и оборудование.

Восстановлению и развитию обрабатывающих отраслей промышленности (в частности, науко- и капиталоемких) будет способствовать создание ИС для налаживания совместной работы научных, производственных и инфраструктурных организаций. Осуществление единого процесса производства инноваций требует объединения его разрозненных элементов в систему, в которой каждый четко знает свои задачи, как и когда он должен взаимодействовать с другими элементами, к чему стремится вся система в целом. Тогда такой процесс становится высокоорганизованным, отдельные его элементы работают как единый механизм.

Таким образом, в качестве ИС (страны, региона) предлагается рассматривать совокупность взаимосвязанных элементов, функционирующих для достижения общей цели; состав элементов для ИС определяется исходя из цели ее создания – организации непрерывного процесса производства и воспроизводства наукоемкой продукции; роста на основе этого благосостояния общества (регионального сообщества).

Наиболее существенные элементы ИС следующие: высшее учебное заведение, научно-исследовательский институт, МИП, производственное предприятие, инкубатор.

Функции того или иного элемента в системе превращаются в задачи, решение которых в совокупности влияет на достижение интегральной цели. Объединение элементов и их взаимодействие обеспечивают *связи* внутри системы.

Совокупность элементов системы, связей между ними, а также функций и задач, которыми они наделены, составляет *структуру* ИС. Взаимодействие осуществляется между относительно независимыми элементами (подсистемами) на основе общих принципов работы ИС. Всю совокупность связей можно отразить следующими видами взаимодействия:

1. Передача информационных ресурсов, новой и старой информации, а также инфор-

мации по контуру обратной связи. Новая информация представляет собой научные открытия, идеи, предложения по усовершенствованию, исправлению недостатков, технические, инженерные, дизайнерские решения, предложения по организации трудовой деятельности и т. д. Она может родиться в любом из элементов ИС и на любом этапе создания новшества, стать источником новых идей и решений, не всегда требуя обязательного патентования, служа достижению общей цели.

2. Перемещение трудовых ресурсов.

3. Движение финансовых и материальных ресурсов, которые отражают перемещение денежных потоков, вновь созданных стоимостей, материально-технической базы.

ИС взаимодействует с внешней средой, включающей множество элементов, принадлежащих к другим системам (системам других порядков). Важнейшими из элементов внешней среды для ИС являются: государственный управляющий орган, который осуществляет функции управления, организации, планирования и контроля; а также инвесторы (помимо государства).

Для оценки работы всей системы и отдельных ее элементов можно использовать количественные и качественные показатели. Количественные показатели демонстрируют, сколько раз за определенный период времени системой (элементом) была достигнута цель (задача). К количественным показателям можно отнести: количество научных открытий, сделанных научно-исследовательским институтом или вузом в текущем году; изменение численности научных сотрудников за год; количество научно-технических проектов, доведенных до стадии промышленного образца; изменение числа МИП за год; объем выпуска наукоемкой продукции за год; количество запатентованных изобретений за период и т. д. Качественные показатели представляют собой соотношение выполненных задач (целей) с задачами (целями) более высокого порядка [например, соотношение количества научных открытий, завершившихся выпуском наукоемкой продукции (цель более высокого порядка) и сделанных в целом в ИС за год].

Генерация научных идей элементами ИС и производство на их основе инноваций служит цели восстановления и роста наукоемкой промышленности, прежде всего в регионах, а также восстановлению и созданию объектов

производственной инфраструктуры. ИС нацелена на организацию новых высокотехнологичных производств, работу с региональными промышленными предприятиями, выявление их потребностей и производство инноваций для обновления производственных фондов и выпуска наукоемкой продукции. Это должно создать основу создания и развития социальной инфраструктуры, формирования благоприятных условий для воспроизводства человеческого капитала в регионах России.

Организовать ИС – значит определить ее элементы, установить между ними связи, выявить стратегическую и тактические цели (задачи) элементов на основе структурирования (декомпозиции) интегральной цели и «запустить» систему, обеспечив ее финансирование.

Использование выявленных особенностей инновационного процесса [4, с. 79], а также теоретических постулатов системного анализа [2; 4; 15] позволяет выработать *общие принципы* функционирования ИС, которые могут быть применены к любой другой самоорганизующейся системе с активными элементами. Данными принципами необходимо руководствоваться при построении и управлении ИС. Они должны реализовываться комплексно, только тогда можно ожидать эффективной и адекватной определяемым целям работы ИС национального или регионального масштаба.

1. *Существенные связи между элементами системы лежат в основе ее структуры, которая за счет этого сохраняет устойчивый характер.* К таким важнейшим связям в ИС следует отнести связи между элементами, обеспечивающие выполнение процесса создания инновации. Можно выделить следующую последовательность в процессе создания инновации [4, с. 81–124] в ИС, которую не следует путать с линейной моделью инновационного процесса:

- формирование инновационных идей (инициаторами новых идей могут быть все элементы ИС в ходе НИОКР, производства, потребления);
- экспертиза и отбор наиболее перспективных идей. Инкубатор берет на себя функцию проведения всесторонней экспертизы научно-технических идей;
- проведение научно-исследовательских (если требуется) и опытно-конструкторских

ких работ, которые заканчиваются научным освоением. На этой стадии может быть создано МИП в форме общества с ограниченной ответственностью или акционерного общества. В МИП инициаторам научной идеи предоставляется возможность реализовать свой профессиональный потенциал и частный интерес. На этой стадии конструирование должно опираться на спроектированные условия функционирования новинки;

- экспертиза созданного опытного образца, прототипа, модели;
- промышленное проектирование при организации нового производства;
- производственное освоение новшества и изготовление инновационной продукции;
- использование (эксплуатация) произведенной инновационной продукции.

2. Объединяя в систему такие несхожие элементы, как научные организации и промышленные предприятия, особое внимание следует уделить связям между ними, их взаимодействию между собой для сохранения целостности системы, слаженности работы ее элементов и достижения общей цели. Сложности во взаимодействии возникают и между научными организациями, занимающимися научными исследованиями и опытно-конструкторскими работами. Поэтому необходим *постоянный обмен текущей информацией между всеми элементами системы*, сотрудничество в решении проблем, в поисках решений. Тесное сотрудничество между несхожими по своим функциям элементами может помочь в появлении научных, инженерных, маркетинговых и других идей, как у разных элементов системы, так и на разных этапах создания новшества.

3. *Все элементы ИС, обладая своей функцией, имея свою цель, должны знать и понимать интегральную цель системы и работать на ее достижение.* Только в таком случае можно ожидать «системного эффекта» от работы объединенных вместе элементов, который должен будет превысить эффект от деятельности подобных элементов вне системы.

4. Система с активными элементами (работающими в ней людьми) обладает как бы «свободой воли», непредсказуемостью поведения, она не только способна противостоять энтропийным [1, с. 161] тенденциям, но и разви-

ваться по собственному сценарию, разумеется, в пределах имеющихся ресурсов. Есть риск, что любая система, содержащая активные элементы, не подвергаясь внешним воздействиям, подавляющим ее активность и направляющим ее деятельность, может отклоняться от стратегической цели, определенной для системы средой. Такая ситуация может возникнуть, когда элементы (подсистемы) начинают поглощать ресурсы, чтобы реализовать собственные цели, для этого усиливая связи со средой, забывая о стратегической цели [15, с. 25, 30]. В этом случае системный эффект становится недоступен. Это приводит к *необходимости постоянного внешнего управляющего воздействия на систему, контроля и координации ее деятельности, чтобы избежать отклонения от стратегической цели.*

5. Система с активными элементами способна адаптироваться к самому управляющему воздействию, снижая эффективность последнего. Это требует более тщательной проверки и координации ее деятельности. Коррупция может возникать между государственным управляющим органом и ИС или внутри ИС. Если последнюю ситуацию можно выявить и исправить путем детальных проверок соответствия количественных и качественных показателей работы элементов системы по достижению общей цели, то первую и выявить, и исправить гораздо сложнее. Справиться с этими проблемами и снизить вероятность их возникновения может помочь реализация принципа *необходимости «выращивания» активных элементов для работы в системе и государственном управляющем органе.* Речь идет не только о подготовке кадров для той или иной системы в профессиональном плане, но и о формировании у них ценностей и идеалов, а соответственно и потребностей. Это способствует пониманию и принятию тех целей и задач, которые будут перед ними поставлены. С этим тесно связан принцип *необходимости постоянного изучения мотивов и разработки стимулов поведения активных элементов системы.* Вообще система с активными элементами склонна к формированию внутренних целей. Их выявление, изучение и оценка помогают определить внутренние мотивы системы и выработать стимулы поведения или воспрепятствовать неже-

лательным отклонениям в поведении элементов. Мотивация зависит от четкого знания индивидом своих задач в системе и главной цели, на достижение которой направлена деятельность всей совокупности элементов, а также от понимания того, что дает лично ему достижение поставленных целей и задач. Наличие таких «подготовленных» элементов в ИС не позволяет ей отклоняться от глобальной цели в результате преследования элементами собственных целей, инициированных ложными мотивами.

6. Функционирование того или иного элемента в системе налагает на него определенные обязанности и заставляет нести ответственность, так как от него зависит общий успех того механизма, неотъемлемой частью которого он становится. Включение того или иного элемента в систему означает установление между ним и другими элементами системы связей, которые предполагают обмен ресурсами – информационными, трудовыми, материальными. Естественно, что субъект системы частично или полностью утрачивает старые связи и взаимодействует со средой уже в новом качественном состоянии – как элемент системы. *Связь с другими элементами ограничивает свободу субъекта системы в плане достижения им собственных целей, но наделяет его новыми уникальными свойствами для достижения стратегической цели ИС.* Так, МИП в составе ИС, ограниченное (вследствие появления у него конкретных задач) во взаимодействии с рыночными контрагентами, становится незаменимым элементом в процессе создания новшества, получая возможность тесного взаимодействия с разнообразными организациями научного, производственного, консультационного профиля, обмениваясь информацией, служащей уникальной пищей для новых идей.

7. *Функционирование ИС предполагает наличие мобильных элементов в ее структуре и отсутствие территориальных ограничений – необходимости в концентрации элементов ИС на единой территории.* Например, в структуру ИС может войти производственное предприятие из другого региона, обмен ресурсами с которым будет осуществляться с помощью современных средств коммуникации, рабочих командировок персонала, времен-

ных перемещений коллективов специалистов, ученых, работников и т. д.

8. ИС представляет собой не просто совокупность научных, производственных, инфраструктурных организаций, соединяющих свои усилия для достижения стратегической цели – наиболее полного удовлетворения материальных и духовных потребностей человека. *Результатом функционирования элементов инновационного процесса как системы является возникновение целостного «организма» с уникальной средой для работы, обучения, коммуникации людей, в которой формируется индивид.* Поэтому к целям высокого порядка ИС мы относим организацию благоприятных условий труда, создание и развитие социальной инфраструктуры (строительство дорог, домов, объектов культуры, развитие коммунальных услуг, транспорта). Благодаря этому ожидаются высокие результаты функционирования ИС, отличные от других форм организации инновационной деятельности.

9. *Системообразующие и системосохраняющие факторы в ИС связаны с побудительными мотивами ее активных элементов.* Мотивы, в свою очередь, определяются той средой, в которой складываются личность человека, его устремления и приоритеты достижения целей. С созданием среды, которая будет воздействовать на формирование идеалов и ценностей индивида, появляется возможность влиять на его мотивы. Последние представляют собой знание индивидом того, что выполнение им определенных действий приведет к достижению цели, то есть к удовлетворению его потребностей (как конечной цели). *Тактические и оперативные цели на определенном этапе деятельности – это средства к достижению стратегической цели. Стратегическая интегральная цель ИС и дифференциальные цели ее элементов должны совпадать. Этой общей целью является наиболее полное удовлетворение человеческих потребностей.* Декомпозиция интегральной цели помогает элементам системы увидеть связь их конкретных целей (задач) с целями более высокого порядка (в иерархической структуре целей) и стратегической целью системы. Это положительно влияет на мотивацию работников ИС, которые видят, что подцели

системы – это средства к достижению общей цели. Это позволяет сориентировать усилия элементов в нужном направлении по достижению интегральной цели.

10. ИС, как и любая другая система, подвержена энтропийным воздействиям окружающей среды. Если ИС не будет постоянно затрачивать «энергию» для реализации своих целей, она погибнет. Не должно возникать ситуаций, когда ИС расходует энергию для создания инноваций, но не может реализовать свою продукцию и, соответственно, восполнить затраченную энергию. В этом случае нарушается равновесие системы – ситуация, когда она не может поддерживать свое обычное поведение [2, с. 43]. Обмен продукции на денежный эквивалент ее стоимости – необходимое условие сохранения равновесия ИС. Поэтому *планирование конечного потребления должно осуществляться уже на ранних стадиях производства инновации*. Это подтверждает принцип «коммуникативности» систем, который заключается в том, что любая система находится в постоянном взаимодействии с системами другого уровня. В частности, закономерность коммуникативности указывает на ошибку, когда государственное финансирование, например, какой-либо научной организации осуществляется без инвестиций в производство или финансирование последнего – без вложений в конечное потребление.

ИС в процессе своего функционирования может сталкиваться с негативными факторами внешней среды, влияние которых система может сгладить лишь с внешней помощью или прибегнув к заранее разработанным в ИС способам.

Среди внешних факторов воздействия на ИС могут быть, например, рост цен на ресурсы, снижение или переключение спроса на продукцию ИС, рост налогов и т. д. В таких ситуациях внешняя помощь включает предоставление денежных средств на тех или иных условиях и может быть как государственной, так и частной, требование заключается лишь в отсутствии препятствий для ее получения.

К выработанным заранее средствам нейтрализации негативного влияния указанных факторов внешней среды можно отнести, например, способность ИС переключаться с проблемного на другой научно-технический проект с целью доведения его до завершения,

а полученные средства использовать для финансирования проблемного проекта, то есть использовать перемещение ресурсов за счет дифференциации работ. Подобные меры обеспечивают *устойчивость* работы ИС, ее способность возвращаться в состояние равновесия после внешних негативных воздействий.

11. С одной стороны, в процессе своего развития ИС укрепляет внутренние связи и связи со средой. Таким образом, цикл производства инноваций становится более надежным, постоянным, что обеспечивает восполнение активностей, затраченных системой, и положительно влияет на ее равновесие. С другой – по мере развития ИС увеличивается количество точек ее соприкосновения с внешней средой и, соответственно, возрастает количество энтропийных воздействий. Поэтому *необходимо наблюдать за условиями, сохраняющими равновесие ИС, развивать меры по обеспечению ее устойчивости*. Важно следить за регулярностью цикла производства инноваций, разрабатывать инструменты решения проблем, такие как дифференциация научных проектов, формирование широкой сети контактов с потребителями инновационной продукции, а также инвесторами.

12. *Взаимодействия между элементами ИС должны строиться на основе обратных связей, которые предполагают, что импульс, посланный от одного элемента к другому, возвращается в измененном состоянии к первому*. Движение информации от одного элемента к другому и обратно к первому по контуру обратной связи является необходимым с точки зрения оценки и контроля этой информации. Например, НИИ передает результаты своих исследований МИП для проведения опытно-конструкторских работ, последнее же может, «вернув» полученную информацию, указать на сложность создания опытного образца и необходимость дополнительных прикладных исследований. Также производственное предприятие, используя разработанную для него технологию или оборудование, может указать на их недостатки или возможность улучшения. Нужно учитывать существование запаздывания в передаче информации по контуру обратной связи. Его можно уменьшить, прививая элементам ИС свойство критически оценивать переданную им информацию и «отвечать» на нее.

13. Помочь сотрудникам ИС эффективно взаимодействовать друг с другом для достижения общей цели, а значит, помочь им *стать системными работниками* возможно за счет:

- отсутствия препятствий в обмене информацией между элементами системы;
- стремления к тому, чтобы сотрудники ИС были компетентны как можно в больших областях знания.

Осуществления этого можно добиться за счет формирования соответствующей психологии работников, нацеленной на коммуникацию; организации регулярных встреч, семинаров, собраний и тому подобного, ориентированных на обмен опытом, на посвящение в содержание индивидуальной деятельности.

14. *Поощрение перемещения работников внутри системы*, между ее элементами, с одной стороны, стимулирует к труду, который становится возможно сделать разнообразным. С другой стороны, это повышает компетентность работника как «системного», которому необходимо соединить свои усилия с другими для достижения общей цели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданов, А. А. Тектология: (Всеобщая организационная наука) : в 2 кн. Кн. 1 / А. А. Богданов ; под ред. Л. И. Абалкина. – М. : Экономика, 1989.
2. Валуев, С. А. Системный анализ в экономике и организации производства / С. А. Валуев, В. Н. Волкова. – Л. : Политехника, 1991.
3. Виленский, А. В. Особенности российского малого предпринимательства / А. В. Виленский // Экономический журнал ВШЭ. – 2004. – № 2.
4. Войнович, А. М. Организационно-технологический базис и научно-технический прогресс / А. М. Войнович, О. Т. Лебедев. – М. : Высш. шк., 1991.
5. Каширин, А. И. Структурная и социально-экономическая трансформация экономики и промышленности Российской Федерации / А. И. Каширин // Вестник Московского университета. Сер. 6, Экономика. – 2000. – № 5.
6. Ковалева, Е. Малые научные предприятия / Е. Ковалева, Л. Черепанова // РИСК. – 2002. – № 3.
7. Ливанов, Д. Там, где система работает плохо, появляется почва для уголовных дел / Д. Ливанов. – Режим доступа: <http://www.fasie.ru/index.php?nid=278>.
8. Модели коммерциализации результатов исследований / под ред. С. Я. Бабаскина, В. Г. Зинова. – М. : АНХ, 2004.
9. Резников, Л. Становление новой экономической системы / Л. Резников // РЭЖ. – 2003. – № 4.
10. Россия: экономическая конъюнктура. Разд. 6 : Внешняя торговля. – 2005. – Режим доступа: <http://www.cea.gov.ru/izdan/t01sbor/11040512226/7.pdf>.
11. Рубе, В. А. Малый бизнес: история, теория, практика / В. А. Рубе. – М. : ТЭИС, 2000.
12. Смолина, Е. В. Бизнес-инкубирование: теория и практика / Е. В. Смолина, А. Н. Салуцев. – Тамбов : Изд-во ТГУ, 2003.
13. Татаркин, А. И. Ключи к мировому рынку: инновационное предпринимательство и его возможности / А. И. Татаркин, А. Ф. Суховой. – М. : ЗАО «Изд-во “Экономика”», 2002.
14. Фонштейн, Н. М. Трансфер технологий и эффективная реализация инноваций / Н. М. Фонштейн. – М. : АНХ, 1999.
15. Франчук, В. И. Основы построения организационных систем / В. И. Франчук. – М. : Экономика, 1991.
16. Швецов, Д. Е. Роль и место России в инновационной сфере мирового хозяйства / Д. Е. Швецов. – Режим доступа: <http://www.inventors.ru/index.asp?mode=467>.
17. Laine, L. Stoking the Fires of Innovation / L. Laine // Business Planning & Technology Development. – 2000. – Mode of access: <http://www.devicelink.com/mx/archive/00/06/laineone.html>.