

# Многоуровневая модель интеграторов для развития высокотехнологичных отраслей

*Данная статья нацелена на исследование возможности создания системы многоуровневых интеграторов для решения проблемы быстрого набора инновационного потенциала внутри какой-либо системы.*

*Кроме того многоуровневые интеграторы могут решить проблему связи академического сектора науки и производства, так как смогут сгенерировать сложную и разветвленную систему связей между ними. Такая система будет учитывать рыночные изменения и корректировать свои отдельные элементы в соответствии с данными изменениями.*

*Создание такой системы во многом предопределено неэффективностью существующих подходов, таких как кластеры или технопарки. Главными недостатками последних стали высокая абстракция и отсутствие детализации специфических проблем для каждой отрасли, отсутствие систем селекции разработок из заданного класса, отсутствие систем аккумуляции инновационного потенциала на каждой технологии.*

**Ключевые слова:** интегратор, научно производственная цепь, компоненты, главные компоненты, зависимые компоненты, степень интеграции, селекция.

## Методология

Данная статья нацелена на исследование моделей роста высокотехнологичных отраслей и технологий путем интеграции различных фаз научно-производственных цепей данных технологий и отраслей в единые научно-производственные цепи с возможностью замены отдельных элементов цепи сторонними разработчиками.

В последнее время возникло скептическое отношение к инновациям. Однако это может быть связано, скорее, с неправильной системой отбора инноваций, основанной либо на финансировании старых проектов, либо на поддержке проектов, не имеющих под собой хорошей доказательной научной и инженерной базы. Но для разработки такого заключения необходимо профессиональное исследование инновационного потенциала через создание соответствующих систем отбора и поощрения инноваций.

Главные критерии успешности указанных систем — селекция из заданных полученных результатов, организация системного инновационного поиска основанного на различных алгоритмах, интеграция успешных проектов в единые научно-инженерные цепи и их последующая интеграция с производственными фазами, индивидуальное участие разработчиков и ученых.

Развитие высокотехнологичных отраслей в современных условиях возможно только при наличии



**А. А. Заболотский,**  
к. э. н., ИЭОП СО РАН  
ieie@inbox.ru

определенного имитационного или инновационного потенциала. Данный потенциал можно выявить, проведя огромное количество исследований инженерингового и фундаментального характера. То есть такой потенциал формируется в течение долгого времени.

В данной статье предлагается модель интеграторов, как метода набора такого потенциала за максимально короткое время. Интеграционную модель можно проводить на базе интеграторов — инновационных структур, специализирующихся на интеграции различного оборудования или компонент технологий в единые комплексы или продукцию различного назначения.

Интеграционная модель может быть расширена до различной продукции конечного потребления — микроэлектроники, бытовой техники, двигателей, авиации и космической техники.

Главная гипотеза состоит в том, что инновации в каждой продукции могут быть перенесены из разных источников с учетом поправок на уровень интеграции элементов. Более того, в условиях ограниченного инновационного потенциала просто необходим перебор и селекция инноваций из внешних или зарубежных источников. Дело в том, что в среднем одна коммерчески пригодная инновация селекционирует из нескольких тысяч патентов, разработок и инноваций [6]. Поэтому опора исключительно на внутренний потенциал может иметь существенные ограничения для инновационного и технологического роста. К тому же, как показывает статистика, только 15% разработок создается вне

крупных корпораций [7], из которых только 0,2% становятся коммерчески успешными, что говорит о крайней сложности развития инноваций с нуля. Такая особенность инноваций объясняется набором необходимого опыта и селекционного потенциала, который приобретается при работе в рамках крупных корпораций. В случае развития технологий и высокотехнологичных отраслей с нуля такой потенциал набрать без использования системы аккумуляции и селекции разработок невозможно. Поэтому предлагается модель многоуровневых интеграторов, которая должна помочь решить такую проблему.

## Модель интеграции

Компании интеграторы, занимающиеся интеграцией различного оборудования для систем контроля, мониторинга и наблюдения получили распространение в мире и России уже достаточно давно. Однако такие компании занимаются интеграции уже готового оборудования. Кроме того, динамика развития и внедрения отечественных компонент и оборудования получила распространение сравнительно недавно. Интеграторы могут стать неким полигоном для первой ступени испытания возможностей постепенной имитации и адаптации иностранных технологий, а также внедрения отечественных технологий в общем комплексе разрабатываемых интеграторами решений и продуктов.

Постадийное замещение иностранных технологий уже многократно применялось в странах Азии во время проведения политики индустриализации. Однако ранжирование способов по степени интеграции предлагается впервые. Дело в том, что интеграция компонент налагает серьезные ограничения на возможность интеграции компонент в системах с большим количеством сложных воздействий и явлений.

Существующие модели инновационного роста рассматривают объект инноваций как единое целое, что не позволяет оценить процессы влияния инновации внутри продукта или системы. В данной статье предлагается рассмотреть возможности альтернативных моделей инновационно-индустриального развития.

Несмотря на отсутствие какой либо системной политики по индустриализации и переводу отраслей промышленности на инновационные рельсы в России создались предпосылки для инновационного роста во многих отраслях и технологических направлениях.

Общепринятые модели индустриального развития по имитационной схеме и модель инновационного развития рассматриваются в контексте научно-производственных цепей, которые позволяют детализировать фазы разработки создания продукции.

В данном случае интересны 3 модели роста научно-производственных цепей.

Первая предполагает рост научно-производственных цепей с научной фазы. Такая модель роста является самой сложной, так как предполагает создание сложных систем по разработке и селекции инноваций на всех этапах с самого начала. Причем период окупаемости таких систем и проектов очень долгий, что делает такую систему сложной для развития в рамках

частного сектора. Примером такого развития была индустриализация в СССР.

Вторая модель — обратное заполнение технологий воспроизводства с конечных стадий. Последнее подразумевает приобретение производств по лицензии с передачей технологий и постепенное замещение компонент и элементов производственных цепей. (Примеры — индустриализация в Японии и Корее, Тайване, Малайзии, Вьетнаме, Таиланде.)

Такого рода модель развития дает сравнительно быстрый прирост к ВВП и быструю генерацию рабочих мест. Однако имеет ряд недостатков:

1. Зависимость от поставщиков ключевых технологий (в автомобиле и самолете это двигатель и его компоненты, в компьютере это микросхемы процессора, видеокарты и памяти и т. д.).
2. Невозможность развития собственных стратегических технологий.
3. Сложность поддержания информационной безопасности, как на уровне предприятий, так и на уровне государства.

Модульная имплантация технологий в производственные цепи. Такая система уже получила распространение в мире. В данном случае элементы производственной цепи находятся в разных странах и происходит их замещение или перемещение по регионам мира в зависимости от конъюнктуры. Примеры таких моделей — современные модели индустриализации Китая, Индии. Такого рода системы развития получили развитие из-за необходимости поиска наиболее перспективных технологий для каждого элемента технологии или производственной цепи и невозможности заполнения отсутствующих элементов производственных цепей эндогенными технологиями.

В последнее время идет процесс сокращения числа фаз научно-производственных цепей, увеличения числа готовых прототипов на единицу платформы. При этом количество компонент в готовой продукции растет, что налагает определенные трудности на процесс отбора перспективных разработок и оптимизацию продукции по различным параметрам.

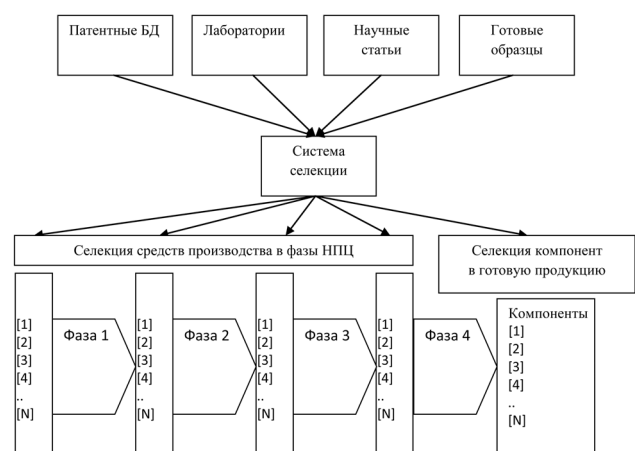


Рис. 1. Схематическое представление интегратора, который отбирает, сравнивает и устанавливает компоненты, полученные из разных источников в данную научно-производственную цепь или продукцию

Система интеграторов, предлагаемая в данной статье является продолжением системы модульных имплантаций технологий (рис. 1). Безусловно, как в любой открытой системе в данной системе существует вышеуказанная проблема безопасности. Однако в данном случае, в отличие от второй модели обратного заполнения, можно регулировать процесс отбора технологий. И ключевые технологии создавать на базе внутренних разработок или доверенных разработчиков. Кроме того предполагается постепенное замещение технологий на эндогенные по мере накопления потенциала.

Если данную модель представить в виде базы данных на базе веб-сайта, то механизм представлял бы собой набор методов по сравнению и подбору наиболее подходящих компонент, которые будут затем внедряться. Однако в случае с реальными технологиями одним моделированием и веб-сайтом не обойтись, так как для многих технологий и отраслей потребуется целое направление сопряженных испытательных лабораторий и площадок.

Система отбора должна включать в себя систему сравнения критических параметров готовой продукции, элементов НПП, применений в различных областях. Например, для биотехнологий — это применение антител в лечении тех или иных заболеваний. Для электроники — это применение биполярных транзисторов в различных микросхемах. Для НПП — это применение системы отсева по определенному алгоритму препаратов кандидатов.

Фактически в каждой области знаний можно выделить свой набор критических параметров. Для биотехнологий — это параметры эффективности, токсичности препаратов, соединений, структурная визуализация молекул. Для микроэлектроники — это производительность микросхем, тепловыделение и технологический процесс, параметры полупроводниковых элементов.

Для каждого научного направления можно выделить набор инженерных модификаций, которые

определяют технологические параметры данного научного направления (табл. 1).

То есть для каждого научного направления можно выделить набор своих теоретических и прикладных параметров, по которым можно интегрировать продукцию в единые комплексы.

В табл. 2 приводятся степени интеграции компонент в различном оборудовании и инновационная активность для данного вида продукции в различных странах. Как видно из данных табл. 2 Россия значительно отстает по активности в области микроэлектроники, однако отставание в остальных технологиях не столь сильное.

Самый сложный уровень интеграции — четвертый. На данном уровне в процесс интеграции компонент продукции и НПП включено наибольшее количество сред интеграций. Под средой интеграции следует понимать условия, явления в которых функционирует данная продукция. То есть если данный уровень применить к модели интеграторов, то приобретенная из внешних источников компонента готовой продукции должна быть интегрирована с учетом всех соответствующих условий среды интеграции.

В России на данном уровне функционирует несколько предприятий (Микрон, Ангстрем и др.) и имеются проекты соответствующего уровня (проекты Эльбрус). Проект процессора Байкал Т1 можно отнести ко 2 уровню интеграции, так как сама микросхема разработана и произведена под маркой ARM. Более того о технологически самодостаточном уровне развития и интеграции в электронике пока что говорить рано, так как данные предприятия и проекты являются просто реципиентами элементов научно-производственной цепи и продукции, приобретенных за рубежом (табл. 3).

Такого рода параметры и сравнения необходимы для создания корректной модели перебора и селекции технологии для каждого вида продукции и создания подходящей системы интеграции.

Таблица 1

Параметры научных и прикладных направлений

	Фундаментальные	Инженерные изменения
Биотехнологии		
	Функции генов, белков, их синтез	Новые препараты
Физические направления		
	Новые полупроводниковые материалы	Новые микросхемы
	Новые композитные материалы	Новые корпуса самолетов, автомобилей, мебели, домов
Химия		
	Моделирование химических процессов	Новые соединения
	Теоретические модели	Новые соединения
Биотехнологии		
	Моделирование поведения генов, белков	Новые белки, препараты на базе белков, антител и других соединений.
	Теоретические модели	Новые белки, соединения
Микробиология		
	Теоретические модели	Новые виды бактерий, комбинированных медицинских препаратов.
Физические направления		
	Теоретические модели	Полученные на базе открытых явлений и процессов опытные образцы

Таблица 2

Уровни интеграции компонент в зависимости от технологии или отрасли

Уровень интеграции компонент	Продукция	Компании России (количество патентов на компоненты продукции)	Компании Германии (количество патентов на компоненты продукции)	Компании США (количество патентов на компоненты продукции)	Компании Японии (количество патентов на компоненты продукции)	Компании Китая (количество патентов на компоненты продукции)
I. Отсутствие	Системы слежения, мониторинга, безопасности, компьютерные сети	1338 (системы наблюдения и контроля)	588 (Supervision systems)	4610 (Supervision systems)	508 (Supervision systems)	154 (Supervision systems)
II. Низкая Интеграция по габаритам от 1 мкм – до 100 м и выше	Оргтехника, телевизоры, портативные устройства, автомобили, транспорт (ABST (TV + Automobile))	7849 (автомобиль) [8]	6185 (automobile)	7590 (automobile)	10766 (automobile)	670 (automobile)
III. Средняя интеграция в габаритам от 1 мкм до 100 м и выше, в единой среде с параметрами – давления, температуры, излучения	Морские суда, авиация, средства выведения на орбиту. Двигатели (всех видов), Двигатели ракет, двигатели самолетов (airplane engine, rocket engine, ship engine, car engine)	23000 (двигатель)	82064 (engine)	129465 (engine)	88919 (engine)	4451 (engine)
IV. Высокая Давление. Температура. Излучение, квантовые явления, сверхмалые габариты, менее 1 мкм	Процессоры [9, 10], специализированные микросхемы, биотехнологическое оборудование (биочипы, ПЦР системы)	(Интегральная микросхема) 505, 1719 [8]	(Integral circuit) 21703	(Integral circuit) 117001	(Integral circuit) 51125	(Integral circuit) 4386

Необходимо понять на базе какой модели представления проводить интеграцию компонент в отраслях и технологиях. В данной статье предполагается применение научно-производственных цепей, как наиболее точный способ детализации и представления структуры производства и технологий.

Далее приводится сравнение модели научно-производственных цепей — интеграторов с классическими моделями представления. У НПЦИ (научно-производственная цепь-интегратор) есть ряд преимуществ — возможности детализации, масштабирования и интеграции научно-производственных процессов (табл. 4).

В скобках (табл. 4) показаны фазы производства средств производства.

1. Цепь поставок.

Нет связи с производственными и инновационными компонентами. Нет связи с компонентами селекции (тестирования). Соответственно нет возможностей оценки рисков и вероятностей создания успешного образца.

Нет возможности масштабирования цепи, так как нет компонент инновации и отбора, к которым можно присоединить следующую цепь.

Нет возможностей анализа зависимостей между главными и зависимыми технологиями. Последнее играет ключевую роль в таких отраслях, как электроника, фармацевтическая промышленность и биотехнологии. Ключевые элементы цепи могут быть как фазами селекции, так и генерации (продукта, инновации), которые определяют поведение остальных (зависимых) элементов цепи.

Таблица 3

Критические параметры для различных технологий

Цепь	Структура цепи	Критические параметры	Возможности построения системных баз данных с данными о базовых параметрах компонент	Представление
Биотехнологии	Двухуровневая	Эффективность лечения/устранения недуга болезни	+	Численные данные о параметрах
Микроэлектроника	Многоуровневая	Производительность	+	Численные данные о параметрах
Полимерные материалы	Двухуровневая	Прочность	+	Численные данные о параметрах
Керамика	Двухуровневая	Прочность, теплостойкость	+	Численные данные о параметрах
Металлы	Двухуровневая	Прочность, теплостойкость	+	Численные данные о параметрах

Сравнение моделей представления технологий и отраслей для модели интеграторов

	Возможность направленного инновационного поиска	Возможность интеграции в специализированные цепи и сети (сети и цепи для организации передачи знаний между стадиями разработки и системного поиска)	Построение многомерных (многоуровневых) цепей и зависимостей. Детализация параметров, (технологических зависимостей, главных и побочных параметров)	Возможность выявления полноты вертикальной и горизонтальной интеграции и инноваций и разработок системе (покрытие всех инновационных и научных ниш)	Возможность выявления полноты вертикальной и горизонтальной интеграции технологий в системе (покрытие всех инновационных и научных ниш)	Возможность сравнения и селекции разработок	Оценка рисков
Кластеры	Нет	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Цепочки поставок/Цепи добавленных стоимостей	Нет	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Да
Научно-производственные цепи	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Модели системной индустриализации (производство средств производства)	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Нет	Да
Модели системной индустриализации (системная имитация и адаптация)	Да	Нет	Нет	Да	Нет	Нет	Да

Не объясняется процесс селекции на этапах отбора. Например, на стадиях GLP (геномика, протеомика, системная биология), GCP в биотехнологии происходит отсев препаратов кандидатов. Если на входе их, например, 10000 то на выходе 1 или 0. То есть получается, что происходит процесс обратный процессу поставки или процесс убытия товара. Соответственно в случае с цепью поставок нет возможности воздействия на факторы инноваций и отбора, которые являются ключевыми.

## 2. Цепь ценностей.

В данном случае, как и в предыдущем, нет связи с генерационной составляющей и составляющей отсева. Поэтому так же невозможно оценить вероятности успеха, качество селекции, выявить недостающие сегменты, масштабировать.

Построение многоуровневых зависимостей для цепей ценностей и поставок не возможно, так как поток технологий, разработок, направления зависимостей не совпадают с данными цепями. Пример инжиниринговые (фаблесс) и производственные компании в микроэлектронике, где цепи формирования ценностей и поставок противоречат друг другу и не соответствуют реальным потокам технологий и зависимостей между главными и зависимыми компонентами. В цепи по-

ставок невозможно построить адекватное соответствие данной модели, так как не понятно кто поставляет кому технологии и компоненты.

Возможность покрытия вертикально и горизонтально-интегрированных технологий для выявления недостающих элементов цепи так же затруднительна.

Возможность организации вертикально и горизонтального инновационного поиска и селекции разработок на каждой стадии так же ограничена.

Более того в данном случае логика добавленной стоимости может идти в разрез с логикой функционирования главных и зависимых технологий, которые невозможно выделить в случае с цепью стоимостей.

Так, например, в сфере телекоммуникации, вычислительных и информационных технологиях главными компонентами являются микросхемы сверхвысокой степени интеграции. Именно они определяют поведение все остальных элементов цепи. Однако они дают не значительную добавленную стоимость в конечном продукте — компьютере, портативном мобильном телефоне, телекоммуникационном оборудовании.

Таблица 6

Параметры интеграции [11]

Средства производства	Критерии	Готовая продукция	Критерии
	Совместимость		Совместимость
	Эффективность		Габариты
	Затраты		Затраты
	Стоимость оборудования		Стоимость продукции
	Габариты		

Таблица 5

Ключевые элементы цепи в биотехнологии и микроэлектронике

Цепь	Стадии производственные (g, s)	Стадии научные (g, s)
Биотехнологии	GMP	GLP, GCP
Микроэлектроника	Foundry	Fabless

Аналогичная ситуация и в отрасли биотехнологии, где главную стоимость препарата могут составить клинические испытания в результате прохождения или провала которых препарат может как увеличиться в цене в десятки раз, так и обесцениться. Поэтому совершенно не ясно, добавится ли стоимость или наоборот, так как процесс прохождения по фазам испытаний имеет вероятностный характер, зависящий от множества сложно предсказуемых факторов.

Цепь для биотехнологии. Состоит из двух главных частей — доклинической, которая разрабатывает продукцию и вторая клиническая, которая ее тестирует.

Для микроэлектроники научно-производственная цепь представляет собой многоуровневую структуру из блоков разработки и тестирования (табл. 5). Связано это с многоуровневой структурой разработки продукции.

В табл. 6 показаны методы интеграции компонент в единые производственные цепи и готовую продукцию.

Данные параметры являются связующими звеньями в производственной цепи и выпускаемой продукции.

## Выводы

Существует серьезная проблема создания эффективной системы внедрения и селекции инновационных разработок. Однако есть механизмы решения данной проблемы даже при наличии ограниченного потенциала развития страны. Такого рода решением может стать многоуровневая система интеграции разработок, находящихся на разных стадиях готовности в различные элементы научно-производственных цепей и готовый продукт.

Такого рода система позволила бы решить целый ряд проблем характерных не только для развивающихся экономик, но и для развитых стран. Так как данная система позволила бы организовать механизму непосредственной стыковки академического и инновационного секторов экономики промышленным производством.

При этом такая система позволила бы уже на ранних стадиях выявлять перспективные разработки путем сравнения по критическим параметрам.

Существующий опыт облачных сервисов и краудсорсинговых систем позволил бы организовать широкий поиск среди потенциальных инноваций не только внутри страны, но и всего мира.

Статья подготовлена в рамках проекта XI.170.2.2. (0325-2014-0005) «Интеграция науки, образования и высоких технологий в Сибири: государственно-частное партнерство и инновационная культура».

## Список использованных источников

1. Raw materials in the industrial value chain. ERT. January 2013.
2. С. Д. Бодрунов. Реиндустриализация российской экономики, возможности и ограничения. Абалкинские чтения. [https://fling.seas.upenn.edu/~biophys/dynamic/wordpress/?page\\_id=51](https://fling.seas.upenn.edu/~biophys/dynamic/wordpress/?page_id=51).
3. P. Liu, H. Sui, Q. Gu. The global value chain and China automotive industry upgrading strategy//Management Science and Engineering .Vol. 2. No. 1. March 2008
4. M. James. China's Drive for 'Indigenous Innovation' A Web of Industrial Policies. 2010.
5. A. Seitz. Advanced Methods for Propulsion System Integration in Aircraft Conceptual Design. Technische universit at Munchen Institut fur Luft- und Raumfahrt. 2012.
6. The Expert's Patent Strategy by Bob DeMatteis Patents, Success, and Money. <http://inventors.about.com/cs/basicshowtoinvent/a/aa041599.htm>.
7. What percent of patents are commercially successful? [http://www.inventionstatistics.com/Innovation\\_Risk\\_Taking\\_Inventors.html](http://www.inventionstatistics.com/Innovation_Risk_Taking_Inventors.html).
8. <http://ru-patent.info>.
9. <http://www.freepatentsonline.com>.
10. [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru/TIMS](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/TIMS).
11. A. Seitz. Advanced Methods for Propulsion System Integration in Aircraft Conceptual Design. Technische universit at Munchen Institut fur Luft- und Raumfahrt. 2012.

## Multilevel model integrators to develop high-tech industries

A. A. Zabolotsky, PhD.

This article aims to study the possibility of creating a multi-level system integrators to address the speed dial innovation potential within any system.

Besides multi-level integrators can solve the problem of communication of the academic sector of science and industry, as it can generate complex and extensive system of relations between them. Such a system will take into account market changes and adjust their individual elements in accordance with these changes.

Creating such a system it is largely predetermined by the inefficiency of the existing approaches, such as clusters or parks. The main drawbacks of the past have become high abstraction and lack of detail of the specific problems of each sector, the lack of development of systems of selection of a given class, the lack of accumulation systems innovation potential of each technology.

**Keywords:** integrator, scientific and production chain, components, main components, dependent components, level of integration, selection.

(Продолжение следует)