В.Н. Дуюнов А.Е. Фирсов В.Ф. Васкалов

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ КОНВЕЙЕР

От технологической задачи — к серийному производству



Москва · 2026

Александр Фирсов

Национальный Инновационный Конвейер

«Автор»
2026

Фирсов А. Е.

Национальный Инновационный Конвейер / А. Е. Фирсов — «Автор», 2026

Почему изобретение остаётся в лаборатории, а завод продолжает покупать зарубежные технологии? «Национальный инновационный конвейер» — книга о том, как преодолеть разрыв между наукой, инженерией и производством.Опираясь на мировой опыт, авторы предлагают собственную модель: непрерывный путь от задачи предприятия до испытаний, серийного выпуска и тиражирования решения. Её основа — два контура: стабильные правила создают доверие, а свобода оперативных решений обеспечивает скорость. Критерий успеха — не отчёт, патент или опытный образец, а внедрение с доказанным экономическим эффектом.Как распределить ответственность, защитить права разработчика, профинансировать риск и найти первого покупателя? Как сделать регионы центрами создания технологий? Книга раскрывает механизмы, инфраструктуру и план запуска системы. Для управленцев, инженеров, учёных, предпринимателей и инвесторов, которым важно не просто придумать будущее, а довести его до производства.

© Фирсов А. Е., 2026
© Автор, 2026

Содержание

Введение 7
Краткий маршрут книги 10
Глава 1. Долина смерти: почему технологии не доходят до завода 11
Где именно рвётся цепочка 11
Что говорит мировая статистика 13
Почему нельзя лечить это деньгами 14
Почему проблема не решается сама 15
Что мы должны потребовать от системы 16
Выводы главы 17
Глава 2. Распавшаяся система: наука, инженерия и производство по отдельности 18
Наследство, которое мы не выбрали 18
Как выглядит это изнутри 19
Разделение науки и производства 20
О неудачах, которые учат меньше, чем могли бы 21
Почему распавшаяся система устойчива 22
Выводы главы 23
Глава 3. Почему докупить нельзя: технологическая самостоятельность как условие развития 24
Соблазн готового 24
Ограничение первое: продают вчерашнее 25
Ограничение второе: зависимость как цена удобства 26
Ограничение третье: окно потребности не ждёт 27
Что значит самостоятельность 28
Окно возможностей 29
Что из этого следует 30
Выводы главы 31
Глава 4. Соединённые Штаты Америки: агентство, которое не боится неудач 32
Почему разбор мирового опыта надо начинать с США 32
Агентство передовых исследований 33
Расширенный конвейер 34
Границы американского образца 35
Что мы забираем в наш проект 36
Выводы главы 37
Глава 5. Германия: институт доверия 38
Страна, которая выстроила мост 38
Модель финансирования как произведение искусства 39
Доверие как инфраструктура 40
Границы немецкого образца 41
Что мы забираем в наш проект 42
Выводы главы 43
Глава 6. Азия: скорость Китая, стойкость Кореи, дисциплина Японии 44
Три разных ответа на один вопрос 44
Китай: система больших проектов 45
Южная Корея: корпоративная вертикаль 46

Конец ознакомительного фрагмента. 47

Вадим Дуюнов, Александр Фирсов, Васкалов Владимир Национальный Инновационный Конвейер

Оглавление

Введение
Глава 1. Долина смерти: почему технологии не доходят до завода
Глава 2. Распавшаяся система: наука, инженерия и производство по отдельности
Глава 3. Почему докупить нельзя: технологическая самостоятельность как условие развития
Глава 4. Соединённые Штаты Америки: агентство, которое не боится неудач
Глава 5. Германия: институт доверия
Глава 6. Азия: скорость Китая, стойкость Кореи, дисциплина Японии
Глава 7. Малые страны: Тайвань, Сингапур, Израиль
Глава 8. Что брать, а что не брать: сравнение систем и выбор пути
Глава 9. Уроки собственной истории: от космических программ к распавшейся системе
Глава 10. Идея конвейера: результатом считается внедрение
Глава 11. Двухконтурная система: почему стабильность и скорость надо развести
Глава 12. Контур устойчивости: правила, доверие и защита
Глава 13. Контур развития: проекты, конкуренция и право на провал
Глава 14. Как контуры работают вместе
Глава 15. Участники системы: комиссии, агентство, менеджеры, кластеры
Глава 16. Шесть этапов: путь от задачи до тиража
Глава 17. Сквозной пример: жизнь одного проекта
Глава 18. Фабрики полного цикла и цифровая платформа
Глава 19. Деньги и риски: первый покупатель, фонд, страховка
Глава 20. Экономика системы: во что обходится конвейер и что он приносит
Глава 21. Кадры, частный разработчик и интеллектуальная собственность
Глава 22. НИК и существующие институты
Глава 23. НИК и развитие территорий: от федерального конвейера к региональным цепочкам
Глава 24. Показатели и адаптация правил
Глава 25. План запуска и риски
Глава 26. Ответы на возражения
Заключение. Окно возможностей
Краткий словарь системы

Введение

Эта книга о том, как соединить три вещи, которые в нашей стране давно живут порознь. Науку, которая умеет находить принципиально новые решения. Инженерию, которая умеет превращать эти решения в работающие конструкции. И производство, которое должно выпускать продукцию, в которой эти решения воплощены. Казалось бы, что тут сложного. Все три составляющих у нас есть. Но результат соединения в большинстве случаев не получается. Изобретение остаётся в статье, образец остаётся в лаборатории, опытная установка остаётся на полигоне, а завод продолжает работать по старым технологиям и покупать то, что нужно, за рубежом.

Такое положение дел стало настолько привычным, что перестало восприниматься как проблема. На это закрывают глаза, это объясняют объективными причинами, это списывают на инвестиционный климат, санкции, кадры и особенности национального характера. Между тем передовые страны столкнулись с той же трудностью и построили работающие ответы на неё. Эти ответы разные. Соединённые Штаты Америки создали агентство, которое целенаправленно ищет прорывные решения и не боится неудачных проектов. Германия выстроила сеть прикладных институтов, которые живут между университетом и заводом и зарабатывают доверие обеих сторон. Китай соединил государственное целеполагание с массовой инженерной подготовкой и получил скорость внедрения, которой нет больше нигде. Южная Корея выросла из бедной страны в технологическую державу за одно поколение. Тайвань, Сингапур и Израиль, каждый по-своему, научились превращать небольшие национальные научные ресурсы в мировые технологические позиции.

Разговор о том, почему у нас получается иначе, давно вышел за рамки экспертных дискуссий. Технологическая самостоятельность страны сегодня обсуждается на самом высоком уровне как задача государственной важности. Но между признанием задачи и её решением лежит огромная дистанция. Дистанция эта заполнена не отсутствием денег и не отсутствием умных людей. Она заполнена отсутствием системы, которая позволяла бы технологии пройти весь путь от осознанной потребности производства до серийного выпуска и тиражирования, не распадаясь на этапы, за каждый из которых отвечает отдельное ведомство, отдельный бюджет и отдельная логика.

Именно такая система предлагается в этой книге. Она называется Национальный инновационный конвейер, сокращённо НИК. Слово конвейер здесь несёт точную смысловую нагрузку. Конвейер — это устройство, которое принимает заготовку на входе и выдаёт готовое изделие на выходе, причём каждый передел выполняется на своём месте, в своё время и с проверенным качеством. Сегодня в сфере создания технологий такого конвейера у нас нет. Есть набор мастерских, в каждой из которых делается что-то полезное, но переход заготовки между мастерскими не организован никем. Заготовка ждёт, теряет свойства, а нередко и вовсе теряется.

Нужно сразу сказать, о чём эта книга не спорит. Она не спорит с фундаментальной наукой. Наука, которая ищет истину безотносительно к завтрашнему применению, это основа любого технологического развития, и её надо поддерживать отдельно и щедро. НИК не заменяет и не перестраивает фундаментальные исследования. Он начинается там, где появляется практическая потребность, и заканчивается там, где технология подтверждена в производстве. Его предмет — это путь между этими точками. Путь, который сегодня в нашей стране чаще всего растягивается на многие годы и в большинстве случаев не заканчивается ничем. В передовых странах тот же путь проходят быстрее, и он заметно чаще завершается работающей технологией.

Центральная идея книги проста, и её стоит сформулировать сразу. Результатом научной и инженерной работы должен считаться не отчёт, не патент и не опытный образец. Результатом должна считаться технология, которая внедрена в производство, подтверждена эксплуатацией и приносит измеримый эффект. Всё остальное — это промежуточные продукты. Если система построена так, что промежуточный продукт считается достижением, она будет исправно производить промежуточные продукты. Если система построена так, что достижением считается только внедрение, она будет выстроена иначе, и это касается всего. Способа отбора проектов, условий финансирования, полномочий исполнителей, оценки результата и даже морали, которая разрешает остановить бесперспективную работу без наказания.

Вторая центральная идея связана с устройством самой системы. Любая живая организация технологий сталкивается с противоречием, которое нельзя снять, но можно обойти. Для того чтобы предприятия, разработчики и инвесторы входили в общую работу, нужны стабильные и долгие правила. Никто не станет вкладывать силы и деньги в систему, в которой условия меняются каждый год. Для того чтобы система находила лучшие решения, нужна свобода быстрых решений, эксперимента и даже ошибки. Никто не найдёт лучшее решение, если каждый шаг надо согласовывать. Стабильность требует медленного изменения правил, динамика требует быстрого изменения решений. Если попытаться совместить это в одном контуре, получится либо неповоротливая машина, либо хаос.

Предлагаемое решение состоит в разделении системы на два контура. Первый контур, контур устойчивости, задаёт правила игры. Он включает типовые договоры, порядок распределения прав на результаты, финансовые инструменты, страхование, контроль и порядок разрешения споров. Он меняется редко, медленно и прозрачно. Второй контур, контур развития, — это рабочее пространство, в котором формируются, конкурируют и проверяются решения. Он живёт быстро. В нём программные менеджеры обладают реальными полномочиями, исполнители отбираются по компетенциям, кластеры соревнуются за проекты, а неудача добросовестно выполненного проекта считается нормальным рабочим результатом, а не ЧП. Два контура не конкурируют между собой и не дублируют друг друга. Первый создаёт доверие, без которого никто не войдёт в систему. Второй создаёт скорость, без которой никто в ней не останется.

Почему выбрана именно двухконтурная схема, а не какая-то иная, в книге разобрано подробно и с опорой на мировой опыт. Коротко ответ звучит так. Одноконтурная система с жёсткими правилами безопасна, но медлительна. Одноконтурная система со свободными правилами быстра, но не создаёт доверия, и участники в неё не идут. Многоконтурные конструкции порождают споры о полномочиях. Двухконтурная схема — это минимальная конструкция, в которой противоречие между стабильностью и скоростью не устраняется, а разводится по разным помещениям. Так же устроены лучшие образцы мировых систем, от финансирования прикладных институтов Германии до организации агентства передовых проектов США. Это не совпадение, а следствие одной и той же логики.

Отдельная тема книги, которой посвящена заключительная часть, связана с территориями. Технологии не существуют в безвоздушном пространстве. Внедряются они на конкретных предприятиях, которые стоят в конкретных городах, и эффект от них достаётся конкретным людям. Система, которая работает только на столичные институты и крупнейшие корпорации, не решит задачу страны. Поэтому НИК с самого начала проектируется как федеральная система с региональной опорой. Научно-производственные кластеры, опытные производства и испытательные центры размещаются в регионах и становятся точками притяжения инженерных кадров. Технологии, созданные для одной отрасли, находят применение в смежных производствах на местах. Для читателя, знакомого с книгой «Капитализация территории», где подробно разобрано, как территория удерживает добавленную стоимость и воспроизводит свои ресурсы, эта линия будет понятной и естественным продолжением. НИК создаёт для тер-

риторий то, чего им больше всего не хватает. Доступ к передовым решениям и возможность стать их производителем, а не только потребителем.

Книга написана простым языком и не требует от читателя специальной подготовки. Её адресат широк. Руководитель предприятия, который устал от того, что его технологические проблемы никто не берётся решать. Инженер или научный сотрудник, у которого есть решение, но нет пути к производству. Управленец федерального или регионального уровня, который отвечает за промышленную политику. Инвестор, который хочет понимать, во что вкладывает. Студент, который выбирает профессию. Общество в целом, которому в конечном счёте принадлежит результат.

Краткий маршрут книги

Книга состоит из пяти частей, и читателю полезно заранее видеть весь маршрут.

Первая часть — это диагноз. В ней показано, где именно рвётся цепочка между научной разработкой и промышленным применением, почему наши предприятия не могут быть заказчиками технологий, почему раздробленность системы не лечится увеличением финансирования и почему нельзя решить проблему простой закупкой готовых решений за рубежом.

Вторая часть — это мировой опыт. В ней разобраны системы, которые доказали свою результативность. Соединённые Штаты Америки с её агентством передовых проектов, Германия с сетью прикладных институтов, Китай с государственным целеполаганием, Южная Корея с корпоративной вертикалью, Япония с производственной дисциплиной, а также Тайвань, Сингапур и Израиль. Разбор ведётся не как экскурс в историю, а как инженерный анализ. Какие механизмы дают результат, какие ограничения у каждого образца, что из этого применимо к нашим условиям. Завершает часть глава о том, почему ни одна из существующих систем не может быть скопирована целиком и почему нашей стране нужен собственный синтез.

Третья часть излагает саму модель. Что такое конвейер полного цикла и почему результатом считается внедрение. Как устроена двухконтурная архитектура, что делает контур устойчивости, что делает контур развития и как они взаимодействуют. Здесь же объясняется, почему выбраны именно два контура, а не один и не три, и какими способами система избегает главных рисков любой бюрократической конструкции.

Четвёртая часть посвящена устройству. Кто участвует в системе и за что отвечает, как выглядит сквозной путь проекта от диагностики потребности до тиражирования решения, что представляют собой фабрики полного цикла и цифровая платформа, как работают финансовые механизмы первого покупателя, фонда технологической модернизации и страхования рисков, как решаются кадровые вопросы и вопросы интеллектуальной собственности.

Пятая часть ставит систему на землю. Как НИК соединяется с развитием территорий и что он даёт регионам. По каким показателям оценивается результат, почему количество мероприятий не является показателем, как правила системы адаптируются без потери доверия участников. Завершают часть план запуска и разбор рисков, а также ответы на возражения, которые любая концепция такого масштаба обязана предвидеть. Заканчивается книга заключением о том, почему окно возможностей, в котором мы находимся, открыто не для всех и не навсегда.

Начнём с самого простого вопроса, ответ на который определяет всё остальное. Почему технологии, которые в нашей стране создаются, до нашего же производства не доходят.

Глава 1. Долина смерти: почему технологии не доходят до завода

Где именно рвётся цепочка

Начнём с опыта, знакомого каждому руководителю производственного предприятия. На заводе есть технологическая проблема, которую никто не может решить годами. Например, износ оборудования, который съедает прибыль. Или зависимость от импортного расходного материала, который подорожал или вовсе перестал поставляться. Или потери при переработке сырья, про которые все знают, но ничего сделать не могут. Руководитель поручает поискать решение. Через какое-то время появляется информация, что в одном институте, в другом институте и в третьей лаборатории что-то похожее уже делали. Начинаются разговоры. Подписывается небольшой договор на исследование. Через год приносят отчёт. В отчёте написано, что принципиально решение возможно, и приведены результаты экспериментов на стаканчиках и образцах размером со спичечный коробок. Дальше требуется следующая стадия, сделать образец в масштабе, проверить его в реальных условиях, изготовить оснастку. На это нужны деньги в десять раз большие, чем на первое исследование, и сроки, которых нет ни у кого. Проект тихо заканчивается. Через несколько лет история повторяется с другим заводом и другим институтом.

Это и есть главная технологическая проблема страны, и она состоит не в отсутствии разработок. Разработок много. Она состоит в том, что между стадиями нет моста. В мировой литературе это место получило название долины смерти. Научная идея умирает в ней чаще, чем на любой другой стадии пути. Представим себе судьбу условной сотни отечественных разработок. Лабораторную стадию проходит подавляющее большинство. Стадию прототипа проходит примерно половина. До опытной партии доходит меньше десятой части. До серийного внедрения доходит несколько проектов из сотни. Такая схема не претендует на точную статистику, но она совпадает с практическим опытом отраслей, и это делает её честной иллюстрацией проблемы. В передовых странах пропорции иные, и разница не в уме исполнителей и не в качестве приборов. Разница в наличии моста через долину смерти.

Откуда берётся этот разрыв, если у нас есть и наука, и инженерные школы, и заводы. Причин несколько, и они поддерживают друг друга.

Первая причина — это разрыв ответственности. Никто в цепочке от лаборатории до завода не отвечает за конечный результат целиком. Институт отвечает за отчёт по НИР. Конструкторское бюро отвечает за комплект документации. Опытное производство отвечает за изготовление образца. Завод отвечает за выпуск продукции, но не за освоение чужой разработки. Финансирование на каждом этапе выделяется из разных источников и под разные цели. Получается классическая ситуация, когда каждый делает свою работу хорошо, а целого не возникает. Долина смерти — это не пустыня. Это граница между участками ответственности, на которой никто не живёт.

Вторая причина — это разрыв денег. Лабораторная стадия дешёвая, её финансируют грантами. Промышленное внедрение — это вложения, которые делает сам бизнес или банк. А посередине находится самая дорогая и самая рискованная зона, где разработка уже не наука, но ещё не бизнес – пилотная установка, где надо проверить выпуск продукции в малых объёмах, но промышленной применимости и соответствующего качества, что не может дать лабораторная установка. Грантовые механизмы там не работают, потому что грант не покупает результат, а покупает процесс. Банковские механизмы там не работают, потому что банку нечего принять

в залог. Венчурные механизмы у нас работают слабо. В результате зона, в которой технология обретает промышленные черты, оказывается ничьей и в финансовом смысле.

Третья причина — это разрыв доверия. Завод не верит, что институт доведёт работу до конца. Институт не верит, что завод заплатит и не откажется от результатов. Малая технологическая компания не верит, что крупный заказчик не заберёт её решение и не выкинет её саму. Все эти опасения обоснованы исторически, каждая сторона может привести примеры. При этом именно на стыках, где стороны должны поверить друг другу, и рождается внедрение. Там, где нет доверия, стороны предпочитают ничего не делать, и это рациональное поведение каждого отдельного участника, которое в сумме даёт общую беду.

Четвёртая причина — это разрыв спроса. Технологическое решение, которое готово к внедрению, всё равно нужно кому-то первому поставить на свой завод. Первому покупателю тяжелее всех. Он платит за непроверенное, он терпит пусковые муки, он обучает людей, а выгоду потом получают все, кто поставит то же решение вторым и третьим. Ни одно отдельно взятое предприятие не хочет быть первым покупателем. Если систему спроса не выстроить, то даже блестящая разработка будет годами искать того, кто рискнёт применить её первым.

Что говорит мировая статистика

Разрыв, о котором мы говорим, не уникален. Он знаком всем странам, и вопрос о его преодолении решается измерением и сравнением. Доля проектов, которые проходят весь путь от исследования до устойчивого промышленного применения, сильно различается по странам и по методикам подсчёта, поэтому любые цифры здесь стоит воспринимать как порядок величин, а не как точную таблицу. Тем не менее картина устойчива. Страны, которые выстроили описанные в этой книге механизмы, доводят до промышленного применения заметно большую часть своих разработок, чем страны, которые таких механизмов не имеют. Разница между лидерами и нами — это не разница в талантах. Это разница в устройстве системы.

Ещё показательнее время. В передовых странах путь от технологической идеи до серийного продукта занимает годы, а у нас тот же путь растягивается на существенно более долгий срок. Для многих технологий такой срок означает, что к моменту готовности разработки само окно потребности уже закрылось. Рынок ушёл, конкурент выпустил аналог, нормативные требования изменились. Поздняя технология — это не просто дорогая технология. Это технология, которая опоздала навсегда.

Есть и третья цифра, самая неприятная. Это структура расходов на исследования и разработки. В структуре передовых стран на прикладные разработки и конструкторские работы приходится большинство затрат. У нас структура смещена в сторону исследований при слабой стадии разработки и совсем слабой стадии внедрения. Мы честно платим за то, чтобы узнать, что решение возможно. И почти не платим за то, чтобы оно случилось. Это всё равно что профинансировать фундамент, стены и крышу, но не провести воду и не подключить электричество. Дом вроде есть, жить в нём нельзя.

Почему нельзя лечить это деньгами

Первая реакция на описанную картину понятна. Надо дать больше денег. Увеличить фонды, расширить гранты, поднять зарплаты. Это нужно, и об этом будет сказано отдельно. Но деньги сами по себе разрыв не лечат, и это доказано практикой. Увеличение финансирования первых стадий увеличивает количество отчётов и патентов. Увеличение финансирования последних стадий без изменения системы отбора увеличивает количество убыточных внедрений. Сама долина смерти остаётся на месте, просто вокруг неё становится больше движения.

Причина в том, что разрыв имеет организационную природу. Он существует между организациями, между бюджетами, между этапами и между людьми. Никакое количество средств, добавленное к любому из участков по отдельности, не сшивает участки между собой. Для сшивания нужен носитель ответственности за весь путь целиком. Тот, кому важно, чтобы технология дошла до завода, а не до очередного отчёта. В существующей системе такого носителя нет, и каждый участник имеет полное право поступать так, как поступает.

Второй соблазн не менее понятен. Если у нас плохо работает путь от разработки до внедрения, может быть, надо покупать готовые технологии там, где этот путь работает. На определённом этапе это разумно и нормально. Мировая торговля технологиями существует и выгодна всем. Но у этого подхода есть жёсткое ограничение, которое мы подробнее рассмотрим в третьей главе. Никто не продаёт то, что даёт ему решающее преимущество. Продают технологии предыдущего поколения или технологии, которые продавец сам не сумел применить. Кризисные ситуации, в которых страна обнаруживает, что критические компоненты ей не поставляют, показывают, что рассчитывать на покупку в решающие моменты нельзя. Покупка годится как дополнение. Как стратегия она не работает.

Почему проблема не решается сама

Есть мнение, что рынок в конце концов всё устроит. Если технология выгодна, найдётся тот, кто её внедрит, и вопрос только во времени. Это мнение справедливо для технологий, которые не требуют длинного пути разработки и большого капитала на первом внедрении. Программное обеспечение, бизнес-модели, простые устройства действительно распространяются сами. Но промышленная технология — это другой класс объектов. Она требует испытаний, сертификации, оснащения, обучения персонала и нескольких лет терпения. Для таких объектов рынок без институтов не работает нигде в мире. Он работает только там, где созданы механизмы, которые принимают на себя часть риска первой установки.

Именно поэтому все без исключения технологические державы выстроили государственные и около государственных механизмы для этого класса задач. Соединённые Штаты Америки сделали это через агентство с большими полномочиями. Германия через сеть прикладных институтов с контрактным финансированием. Корея через союз государства с крупными корпорациями. Китай через государственные программы с целевым финансированием. Общность решений при разнице культур и политических устройств не случайна. Все эти системы отвечают на один и тот же вопрос. Как сделать так, чтобы тяжёлая промышленная технология прошла путь от идеи до завода и не умерла на середине.

Что мы должны потребовать от системы

Прежде чем говорить о том, как должна быть устроена система, полезно зафиксировать требования к ней. Их немного, и они вытекают прямо из диагноза.

Система должна начинаться с потребности производства, а не с интереса разработчика. Это не умаление роли науки. Это признание того, что конвейер предназначен для внедрения, и вход в него должен иметь форму измеримой задачи, за которой стоит реальный заказчик.

Система должна обеспечивать непрерывность сопровождения. От постановки задачи до промышленного применения проект должен вестись одной траекторией, без провалов, в которых проект ищет нового хозяина.

Система должна содержать финансовые механизмы для самой опасной зоны, от лаборатории до пилотной партии. Обычные гранты и обычные кредиты для этой зоны не подходят. Нужны особые инструменты.

Система должна создавать спрос на первые внедрения. Первый покупатель должен получить поддержку, а не остаться один на один с риском.

Система должна защищать права всех участников. Авторов, разработчиков, малые компании, предприятия и инвесторов. Без защиты прав доверия не будет, а без доверия не будет участников.

Система должна допускать неудачу добросовестного проекта как нормальное явление. Если за неудачу наказывают, участники перестают браться за трудное и выбирают безопасное бесполезное.

Всё это уже существует по отдельности в мировой практике и частично в нашей. Задача не в изобретении колеса. Задача в сборке колеса на отечественной оси, с учётом наших условий, масштаба и ограничений. Прежде чем собирать, надо понять, почему система у нас распалась на части. Об этом следующая глава.

Выводы главы

Разрыв между разработкой и промышленным применением — это главный барьер технологического развития страны. Он существует не из-за отсутствия разработок, а из-за отсутствия мостов между стадиями. Ответственность за конечный результат не закреплена ни за одним участником, финансирование средних стадий ничьё, доверие между сторонами подорвано, а спрос на первые внедрения отсутствует.

Мировая статистика показывает, что страны, преодолевшие этот разрыв, решают его не деньгами и не призывами, а особым устройством системы. Разница между странами, у которых технологии доходят до производства, и странами, у которых не доходят, это разница архитектуры, а не таланта.

Требования к будущей системе известны и проверены мировой практикой. Начинаться с потребности, сопровождать проект непрерывно, финансировать опасную зону особыми инструментами, создавать спрос на первые внедрения, защищать права участников и разрешать добросовестную неудачу. Осталось понять, почему наша система этим требованиям не отвечает. Для этого придётся посмотреть на её устройство и историю.

Глава 2. Распавшаяся система: наука, инженерия и производство по отдельности

Наследство, которое мы не выбрали

Чтобы понять, почему наша система не сшита, надо вернуться к её происхождению. Научно-технологический комплекс СССР был устроен отраслевым способом. Министерства имели собственные институты, проектные организации, конструкторские бюро и заводы. Связь между ними поддерживалась административно. Институт получал задание от отрасли, КБ дорабатывало, завод осваивал. Система была тяжёлой, но цельной. Ответственность за путь от задачи до серии несла отрасль целиком, и человек, который ставил задачу, имел власть довести её до внедрения.

В годы распада СССР эта конструкция была демонтирована. Отрасли исчезли как административные единицы, а их функции никто не принял. Институты стали самостоятельными и потеряли заказчика с властью внедрения. Заводы стали частными или акционированными и потеряли доступ к дешёвым отраслевым разработкам. Конструкторские бюро рассыпались или перепрофилировались. То, что произошло, не было реформой системы. Это было распадение системы. Каждый элемент остался жив, но связи между элементами, которые и составляли систему, оборвались.

С тех пор мы живём с этим наследством. У нас около четырёх тысяч государственных научных организаций, значительная часть которых унаследована от советских отраслевых структур. У нас сильные университеты, которые выросли в самостоятельные исследовательские центры. У нас заводы, которые в последние двадцать лет прошли через модернизацию и в ряде отраслей достигли высокого уровня. У нас малые технологические компании и инженерные команды, которых с каждым годом больше. Всего этого много, и всё это работает. Но между этими мирами почти нет постоянных соединительных тканей. Институт редко работает с заводом на условиях, когда оба отвечают за общий результат. Университетская разработка почти никогда не доходит до промышленности без промежуточных издержанных звеньев. Малая компания не имеет стандартного пути в большое производство.

Как выглядит это изнутри

Посмотрим на ситуацию глазами каждого участника, потому что системные дефекты виднее всего изнутри.

Руководитель института живёт в логике грантов и отчётов. Его организация финансируется за счёт конкурсов на исследования, и его главный навык это умение выигрывать конкурсы и закрывать их документами. Внедрение результата в промышленность не является условием его выживания и почти не влияет на его бюджет. Более того, если разработка дошла до стадии, где нужны инженерные работы, испытания и оснастка, институт чаще всего не имеет для этого ни базы, ни людей, ни денег. Он сделал свою часть, и по своей логике он прав. Требовать от него доведения до серии так же странно, как требовать от архитектора самому строить дом.

Руководитель завода живёт в логике плана и себестоимости. У него нет подразделения, которое умеет принимать и осваивать внешние технологии. Поставить на производство незнакомое решение означает остановку, риск, конфликт с коллективом и личную ответственность перед собственником за возможный провал. Покупка импортного оборудования, которое работает из коробки, при всей её дороговизне психологически проще и с точки зрения менеджера безопаснее. Освоение отечественной разработки — это проект с неизвестным концом, и в системе мотивации директора завода нет ничего, что делало бы такой проект рациональным выбором.

Руководитель малой технологической компании живёт в логике выживания. У него нет денег на испытания и сертификацию. Крупные заказчики требуют истории и залогов, которых у него нет. Инвесторы хотят видеть быстрые и понятные выходы, а промышленная технология созревает годами. Самый рациональный путь для него — это уйти в услуги или уехать туда, где среда добрее. Часть уходит, часть уезжает, и обе утечки для страны невосполнимы.

Чиновник, который отвечает за научно-технологическую политику, живёт в логике программ и показателей. Программы создаются под инструменты, инструменты под отчётность, отчётность под отчёты. Количество поддержанных проектов, выданных грантов и проведённых мероприятий измеримо и отчитываемо. Доля технологий, внедрённых в производство, не измеряется почти никак, потому что измерять её неудобно. Она выставит систему в неприглядном виде, а ответственные за неё ведомства не имеют полномочий её исправить. Никто из ведомств не отвечает за систему целиком. Наука отвечает за науку, промышленность за промышленность, образование за образование, финансы за финансы.

Разделение науки и производства

Отдельно стоит сказать о разрыве между исследовательской и производственной культурой, потому что он редко проговаривается вслух, а мешает сильно.

Научная культура ценит новизну. Хорошая научная работа — это работа, в которой впервые показано то, чего не показывали. Производственная культура ценит повторяемость. Хорошая производственная технология — это та, которая тысячу раз подряд даёт одинаковый результат. Эти ценности не противоречат друг другу, но они разные, и человек, воспитанный в одной из них, с трудом говорит на языке другой. Учёный видит в требованиях завода скуку и бюрократию. Инженер завода видит в научном отчёте красивые картинки без инженерного содержания. Оба по-своему правы, и оба не могут работать вместе без переводчика и без общих правил.

В странах с работающими системами этот перевод организован специально. В Германии этим занимаются прикладные институты, которые говорят на обоих языках и зарабатывают на переводе. В США этим занимаются инженерные подразделения агентств, которые переформулируют научный результат в техническое задание. В Японии этим занимается сама производственная культура, в которой лаборатория и цех физически соседствуют. У нас переводчика нет. Каждая сторона считает, что переводить должен другой, и в результате разговор не начинается.

О неудачах, которые учат меньше, чем могли бы

Есть ещё одна тихая потеря, о которой стоит сказать отдельно. Система, в которой неудачные проекты скрываются, теряет главный продукт своих неудач, а именно знание о том, почему не получилось. В наших условиях неудачный проект — это всегда чуть постыдная история. Исполнители стараются представить её как успешную, заказчики стараются про неё забыть, документы оседают в архивах, и через три года другая команда с другими словами начинает тот же путь и наступает на те же грабли. База знаний о неудачах не ведётся не потому, что её трудно вести, а потому, что никому не выгодно признавать провал.

Между тем мировая практика показывает, что терпимое отношение к неудаче и систематическое её изучение это один из самых дешёвых способов ускорить разработку. Агентство передовых проектов США прямо объявляет высокий процент неудачных проектов нормой и условием поиска прорывных решений. Китайские инженерные программы закладывают параллельную разработку нескольких вариантов решения с сознательным отказом от худших. Опытный руководитель в любой отрасли скажет, что знает о своей технологии в основном благодаря тем случаям, когда она ломалась. Неудача — это данные. Система, которая уничтожает данные о неудачах, добровольно отдаёт своё главное преимущество.

Почему распавшаяся система устойчива

Самое важное, что нужно понять о распавшейся системе, — это её устойчивость. Она не распадается дальше не потому, что её кто-то поддерживает, а потому, что она равновесна. Каждому участнику в его положении выгодно поступать так, как он поступает. Институту выгодно писать отчёты, заводу выгодно покупать готовое, малой компании выгодно выживать в услугах, ведомству выгодно отчитываться мероприятиями. Пока условия не изменены, поведение не изменится, и никакие призывы этого не исправят.

Из этой устойчивости следует главный вывод. Никакая частичная поправка систему не пересобирает. Увеличение финансирования усиливает существующее поведение. Упрощение отчётности уменьшает бумагу, но не создаёт моста. Создание ещё одного фонда добавляет ещё одного участника с той же логикой. Пересобрать систему может только появление носителя сквозной ответственности, который соединит участников новыми правилами и новыми инструментами. Именно это и предлагается. Но прежде чем описывать устройство, надо закрыть последний вопрос диагноза. Может быть, всё это не нужно, потому что критические технологии можно просто купить.

Выводы главы

Наша система происходит из советской отраслевой конструкции, в которой ответственность за путь от задачи до серии несла отрасль. Демонтаж отраслей разрушил систему на живые, но не соединённые части. Институты, заводы, малые компании и ведомства живут в рациональных для себя, но разрушительных для целого логиках.

Между научной и производственной культурами нет переводчика, неудачи скрываются вместо изучения, и равновесие системы устойчиво к частичным поправкам. Деньги и упрощение отчётности не меняют поведение участников, потому что не меняют их условия.

Вывод жёсткий. Систему можно пересобрать только целиком, введя в неё носителя сквозной ответственности за результат. Прежде чем это делать, надо проверить последнюю альтернативу. Нельзя ли обойтись покупкой готовых технологий у тех, у кого система работает.

Глава 3. Почему докупить нельзя: технологическая самостоятельность как условие развития

Соблазн готового

Аргумент в пользу покупки звучит сильно и его надо изложить честно. Зачем тратить годы и деньги на разработку того, что уже разработано. Мировой рынок технологий огромен и разнообразен. Покупая лицензию, оборудование и ноу-хау, страна получает доступ к результатам чужих многолетних усилий сразу и без риска. Япония послевоенного периода начинала с покупки и адаптации чужих решений. Китай первые десятилетия реформ строил экономику на заимствовании. Южная Корея выросла на импорте технологий и станков. Значит, покупка работает.

Работает. Но с тремя ограничениями, о которых в момент покупки думают редко.

Ограничение первое: продают вчерашнее

Первое ограничение состоит в том, что на открытом рынке технологий находятся решения предыдущих поколений. Это не злой умысел, это экономическая логика. Технология, которая даёт владельцу решающее преимущество, является его конкурентным оружием, и оружие не продают. На продажу выставляются лицензии на зрелые и распространённые решения, которые уже отработали свой период эксклюзивности. Покупая их, покупатель получает работающее средство, но получает его одновременно со всеми остальными покупателями, то есть не получает преимущества. Преимущество покупателю не продаётся в принципе, потому что оно принадлежит продавцу, и продавец оставляет его себе.

Для догоняющей экономики это приемлемо. Догоняющая экономика выигрывает от покупки даже вчерашних решений, потому что её уровень ниже. Но как только страна приближается к технологическому фронту, рынок технологий для неё сужается. Фронтальные технологии надо делать самому, и это условие, а не выбор. Наша страна в целом ряде отраслей находится именно в таком положении. Догонять дальше почти не в чем, а то, в чём есть, не продаётся.

Ограничение второе: зависимость как цена удобства

Второе ограничение выясняется не при покупке, а позже. Технология — это не только оборудование и документация. Это расходные материалы, запасные части, обновления, сервис, обучение и стандарты. Купив технологический комплекс, покупатель попадает в зависимость от её экосистемы на весь срок службы. Пока отношения с поставщиком хорошие, это неудобство, а не проблема. Когда отношения портятся, — это становится вопросом выживания производства.

Ограничительные меры последнего времени показали это наглядно. Оборудование, которое стояло в цехах, осталось стоять, но остановились поставки запчастей, обновлений и расходников, а сервисные инженеры перестали приезжать. Заводы с трудом, но перестраиваются. Однако перестройка под давлением — это самая дорогая форма технологического развития. Она делается в спешке, в конфликтной обстановке и без выбора решения. То, что могло быть планомерной работой, превращается в авральное преодоление.

Отсюда простой вывод, который не зависит от политических взглядов. Страна, которая хочет управлять своим развитием, должна уметь закрывать критические технологические потребности изнутри. Не все потребности, не всегда и не любой ценой. Критические. Те, остановка которых означает остановку производств, инфраструктуры или обороноспособности. Список таких потребностей известен, и он короче, чем общий список технологий.

Ограничение третье: окно потребности не ждёт

Третье ограничение касается времени, и оно самое коварное. Покупка выглядит быстрой, но быстрой является только сделка. Полный цикл приобретения технологического решения включает выбор, адаптацию к местным условиям, подготовку производства, обучение, сертификацию и выход на проектные параметры. Для тяжёлых промышленных технологий этот цикл измеряется годами. При этом потребности производства и рынка не стоят на месте. Пока решение осваивается, меняются цены, нормативы и конкуренты.

Тот же цикл при собственной разработке не обязательно длиннее, если разработка ведётся в нормальной системе. Передовые страны проходят путь от задачи до серии быстрее, чем мы проходим путь освоения купленного. Скорость здесь определяется не происхождением решения, а устройством системы, которая его проводит. Об этом подробно говорилось в первой главе, и к этому мы вернёмся при разборе мирового опыта.

Что значит самостоятельность

Слова технологическая самостоятельность часто произносятся, но редко расшифровываются. Между тем расшифровка имеет решающее значение для всего дальнейшего изложения.

Самостоятельность — это не автаркия. Никто в здравом уме не предлагает разрабатывать в стране всё на свете. Мировое разделение труда в науке и производстве — это нормальное и выгодное состояние, и наша страна в нём участвует и будет участвовать.

Самостоятельность — это способность. Способность поставить технологическую задачу и довести её решение до производства собственными силами тогда, когда это необходимо. Способность эта складывается из трёх элементов. Из людей, которые умеют вести полный цикл разработки. Из инфраструктуры, в которой разработку можно проверить и изготовить. Из механизмов, которые финансируют и защищают этот путь.

Важное следствие. Способность развивается только на практике. Нельзя иметь систему внедрения технологий, которая ждёт критического момента, чтобы включиться. К моменту включения её уже нет, потому что кадры разошлись, инфраструктура устарела, а механизмы забыты. Способность должна работать постоянно, на широком фронте обычных, некритических задач, и именно эта постоянная работа поддерживает её готовность к задачам критическим. Так же нельзя держать пожарную команду в постоянной готовности, не давая ей тушить обычные пожары. Тушение обычных пожаров — это и есть поддержание готовности.

Окно возможностей

Из сказанного может сложиться мрачная картина, в которой наша страна обречена на вечное догоняющее положение. Картина эта неверна, и вот почему.

История технологического развития состоит из смен поколений. Каждые несколько десятилетий набор ключевых технологий обновляется, и лидеры предыдущего поколения теряют часть своего преимущества просто потому, что их лидерство относилось к прошлому набору. В такие моменты открываются окна возможностей для тех, кто быстро осваивает новый набор. Так было с электрификацией, с автомобилестроением, с микроэлектроникой, с интернетом. Страны, которые входили в новое поколение энергично, сокращали отставание или обгоняли лидеров.

Сегодня формируется новый набор ключевых технологий. Он включает интеллектуальные системы управления производством, аддитивные технологии, новые материалы, распределённую энергетику, биотехнологии, замкнутые циклы воды и сырья. Принципиально важно, что этот набор в меньшей степени опирается на то, в чём лидерство нынешних фаворитов незыблемо, и в большей степени на инженерную широту, производственную культуру и полноту цикла. А это именно то, чем исторически сильна наша страна и что у неё временно разрушено.

Окно возможностей открыто и с другой стороны. Внутренняя перестройка экономики на собственные технологические решения создала спрос, которого не было двадцать лет. Предприятиям впервые за долгие годы действительно нужны отечественные разработки, и они готовы их ждать и в них вкладывать. Появился внутренний заказчик полного цикла. Такое сочетание внешней необходимости и внутреннего спроса встречается редко, и им надо воспользоваться.

Что из этого следует

Следствие для нашей темы прямое. Если бы покупка решала проблему, книга о национальном конвейере не была бы нужна. Но покупка не решает её по трём причинам. Продают не лучшее, зависимость от экосистемы делает удобство уязвимостью, а сроки освоения чужого не короче сроков создания своего при работающей системе.

Следствие второе. Технологическая самостоятельность — это не лозунг, а способность, которая требует постоянной практики и полноты цикла. Для её поддержания нужна система, которая соединяет науку, инженерию и производство в одной траектории. Такая система нужна не вместо международного сотрудничества, а как его основание. Партнёра уважают тогда, когда он способен сделать сам.

Следствие третье. Окно возможностей, которое открылось со сменой поколений технологий и с появлением внутреннего спроса, не будет открыто вечно. Соперники перестраиваются, и через десятилетие вход в новый набор технологий будет стоить дороже. Вопрос поэтому не в том, нужна ли система. Вопрос в том, какой она должна быть. Ответ на это мировая практика уже дала, и к её разбору мы переходим.

Выводы главы

Покупка готовых технологий работает для догоняющей экономики, но имеет три жёстких ограничения. Лучшие решения не продаются, купленное решение создаёт зависимость от экосистемы поставщика, а полное освоение чужого не быстрее создания своего при исправной системе.

Технологическая самостоятельность означает не автаркию, а способность провести полный цикл от задачи до производства тогда, когда это необходимо. Способность требует постоянной практики и не может храниться в режиме ожидания.

Смена поколений технологий и появление внутреннего спроса открыли окно возможностей, которое исторически встречается редко. Использовать его можно только с системой полного цикла, и устройство такой системы подсказывает мировой опыт, к которому мы переходим.

Глава 4. Соединённые Штаты Америки: агентство, которое не боится неудач

Почему разбор мирового опыта надо начинать с США

Мы переходим ко второй части книги, посвящённой мировому опыту. Начать логично с Соединённых Штатов, и не потому, что их система лучшая. Начать с США полезно потому, что в её практике отчётливее всего виден механизм, который нам нужен больше всего. Механизм преодоления долины смерти для трудных технологий. США решает эту задачу дольше и на большем материале, чем кто-либо, и её решения приняты в прямом смысле на поле боя конкуренции, где слабые конструкции не выживают.

Сразу договоримся о методе. В следующих главах мы будем смотреть на чужие системы не как туристы и не как ученики, а как инженеры. Нас интересуют не впечатления, а механизмы. Какой элемент конструкции даёт результат, при каких условиях он работает, какие ограничения имеет и переносим ли он в наши условия. У каждой системы мы будем отмечать сильные стороны и границы, потому что слепое копирование чужого это одна из самых дорогих ошибок государственной политики, а история таких ошибок богата.

Агентство передовых исследований

Главным героем американского технологического развития стало агентство передовых исследовательских проектов Министерства обороны, известное всему миру под аббревиатурой. Созданное в конце пятидесятых годов как ответ на технологический сюрприз конкурента, агентство за десятилетия прошло путь от военной конторы до главного двигателя прорывных технологий страны. Список технологий, которые вышли из его программ, читается как история современной цивилизации. Компьютерные сети, ставшие интернетом. Системы позиционирования, без которых сегодня не работают ни транспорт, ни финансы. Технологии малых размеров, новые материалы, беспилотники. Всё это когда-то было проектами агентства, которые казались рискованными и странными.

Нас интересует не список достижений, а устройство, которое их породило. А устройство совсем не похоже на привычную нам картину государственной организации.

Во-первых, агентство мало. В его штате около двухсот государственных служащих, и это принципиальная позиция, а не экономия. Малый штат означает, что агентство не делает работу само. Оно ставит задачи, находит исполнителей и ведёт их. Основная масса людей, работающих на программы агентства, находится в университетах, компаниях и лабораториях по всей стране. Отсюда важное следствие, которое стоит запомнить. Оператор системы не обязан быть большим, чтобы управлять большим. Он обязан быть умным.

Во-вторых, в агентстве есть особая роль, которая является его сердцем. Это программный менеджер. Программный менеджер — это высокопрофессиональный специалист, которому доверяют направление и бюджет и который принимает решения о запуске и остановке проектов по своей ответственности. Менеджеры набираются из лучших инженеров и учёных страны, приходят на ограниченный срок, обычно несколько лет, и возвращаются в свою среду. Ограниченный срок освобождает их от главной болезни карьерного чиновника, страха перед решением. Человек, который знает, что вернётся в профессию, не боится принимать непопулярные решения. Полномочия менеджера велики. Он может быстро начать проект, быстро его остановить, перевести ресурсы к более перспективной команде.

В-третьих, агентство терпимо к неудачам. Это не декларация, а правило отбора. Значительная доля проектов агентства заканчивается без прямого результата, и это считается нормальной ценой поиска прорывных решений. Логика проста. Если требовать, чтобы все проекты заканчивались успешно, исполнители будут браться только за гарантированное и никчемное. Требование стопроцентной успешности — это требование посредственности. Портфель агентства сознательно состоит из большого количества рискованных попыток, из которых хотя бы часть даёт результат, меняющий положение дел.

В-четвёртых, агентство работает от потребности заказчика. Программы агентства начинаются не с интересной идеи, а с проблемы, которую сформулировал военный или государственный заказчик. Идея ищется под проблему, а не наоборот. Это не значит, что фундаментальные исследования игнорируются. Они ведутся, но в логике задачи. Заказчик определяет потребность, а не метод её решения, и исполнителям предоставляется полная свобода в выборе пути.

Расширенный конвейер

Американский подход включает и второй элемент, о котором часто забывают при пересказе. Агентство решает задачу ранних стадий, но прорывная технология должна дойти до использования. Для этого в американской системе выстроен так называемый расширенный конвейер. Государство поддерживает технологию на всех стадиях, от фундаментальной идеи до первого рыночного применения, и на определённом этапе само становится первым покупателем. Государственный заказ создаёт начальный рынок для решения, которое рынком ещё не признано. После этого подключается частный спрос и венчурный капитал, и технология переходит в обычную рыночную жизнь.

Роль первого покупателя трудно переоценить. Для сложной промышленной технологии первый заказ — это не просто деньги. Это проверка в реальных условиях, это обратная связь от эксплуатации, это сигнал остальным участникам рынка, что решение работает. Страна, у которой есть механизм первого покупателя, получает ускорение на самой трудной стадии. Страна, у которой его нет, заставляет своих производителей быть героями-одиночками.

Американская система опирается и на мощный частный сектор. Бизнес финансирует большинство исследований и разработок в стране, университеты активно передают технологии в компании, венчурный капитал готов вкладывать в рискованные затеи. Всё это работает и создаёт фон, на котором государственные механизмы чувствуют себя вольготно. При переносе опыта на другую почву надо помнить, что этот фон не переносится вместе с механизмом.

Границы американского образца

Теперь о границах, которые надо видеть честно.

Первая граница — это масштаб. Американская система тратит на исследования и разработки сопоставимо с бюджетами крупных стран. Механизмы агентства работают при изобилии ресурсов, и в условиях жёсткой экономии их поведение может быть иным.

Вторая граница — это культура. Американская система выросла в среде с высоким доверием к профессионалу, с быстрой карьерной мобильностью и с нормальным отношением к неудаче как к рабочему материалу. Попытка перенести механизм без культуры даст форму без содержания. У нас карьерная логика наказывает за неудачу, и это надо менять одновременно с внедрением механизма, а не после.

Третья граница — это предметная область. Агентство занимается технологиями с оборонным и стратегическим значением, где государственный заказчик очевиден. Для гражданских промышленных технологий, где заказчиков много и они разобщены, американская модель применяется с поправками. Этот опыт мы увидим в других системах.

Четвёртая граница менее очевидна. Американская система прекрасно работает с отдельными технологиями, но слабее связана с территориальным развитием. Технологический успех в Америке концентрируется в нескольких регионах, и федеральная система почти не занимается тем, чтобы его географию выравнивать. Для нашей страны, где промышленность распределена по огромной территории, этот вопрос не второстепенный. Просто скопировать столичный кластерный опыт значит повторить внутреннюю поляризацию, о которой подробно говорилось в книге «Капитализация территории».

Что мы забираем в наш проект

Из американского опыта в нашу копилку ложатся четыре элемента.

Оператор полного цикла, который отвечает за путь от задачи до применения и не подменяется ни наукой, ни промышленностью. Малый штабной оператор, который управляет через внешних исполнителей. Роль программного менеджера с реальными полномочиями и ограниченным сроком. Право на добросовестную неудачу как условие поиска трудных решений. И механизм первого покупателя, который создаёт начальный рынок для новых решений.

Эти элементы не исчерпывают конструкции. Для промышленной страны с распределённым производством нужны ещё прикладная инженерная инфраструктура и связь с территориями. Такой опыт есть у Германии, и к ней мы переходим.

Выводы главы

Американская система доказывает, что долину смерти можно преодолеть организационным решением. Ключевые элементы этого решения — это малый штабной оператор, программные менеджеры с реальными полномочиями и правом на ошибку, работа от потребности заказчика и механизм первого покупателя.

Границы образца также очевидны. Он вырос при изобилии ресурсов, в культуре доверия к профессионалу и на задачах с явным государственным заказчиком. Переносить его надо избирательно и с поправкой на наши условия.

Для нашей конструкции мы забираем роль оператора, полномочия программных менеджеров, терпимость к неудаче и механизм первого покупателя. Прикладную инженерную составляющую и связь с территориями добавит немецкий опыт.

Глава 5. Германия: институт доверия

Страна, которая выстроила мост

Если США отвечает на вопрос, как найти и провести прорывное решение, то Германия отвечает на вопрос, как сделать промышленную технологию доступной множеству предприятий, включая малые и средние. Германская система прикладных исследований создавалась десятилетиями и стала одним из самых устойчивых технологических институтов мира. Её главный герой — это крупнейшее общество прикладных научных институтов, сеть из семидесяти с лишним институтов по всей стране, в которых работают около тридцати тысяч человек, преимущественно инженеров и учёных.

Слово прикладных в этом названии имеет точный смысл. Институты общества не занимаются фундаментальными открытиями. Их миссия — это мост между университетом и заводом. Наука у Германии есть, и она хороша. Производство у Германии есть, и оно отлично. Между ними всегда была пропасть, потому что университет ценит публикацию, а завод ценит повторяемость, и перевод между этими языками требует особой профессии. Эту профессию и выполняют прикладные институты.

Институты работают по трём направлениям одновременно. Они выполняют прямые контракты с предприятиями, когда компания заказывает разработку или доработку конкретного решения. Они участвуют в публично финансируемых исследовательских проектах, в том числе вместе с несколькими предприятиями отрасли. И они ведут опережающие исследования на собственную инициативу за счёт базового государственного финансирования, которые готовят решения для задач, до которых рынок дорастёт через пять или десять лет.

Модель финансирования как произведение искусства

Самым изящным элементом немецкой конструкции является модель финансирования, известная как модель прикладного общества. Её суть в балансировании трёх источников. Примерно треть бюджета институты получают в виде базового государственного финансирования. Примерно треть они зарабатывают контрактами с промышленностью. И примерно треть они получают в виде публично финансируемых проектов, которые выигрывают в конкурентной борьбе.

Каждый элемент этого баланса решает свою задачу. Базовое финансирование делает институт устойчивым и позволяет ему заниматься опережающими темами, которые никому не продать сегодня, но которые всем понадобятся завтра. Контракты с промышленностью держат институт в реальности, потому что предприятие платит только за то, что ему действительно нужно, и это лучший тест актуальности. Конкурсные публичные проекты финансируют отраслевые задачи, которые невыгодно решать по отдельности.

Отдельного внимания заслуживает правило, по которому базовое финансирование института растёт вместе с его доходами от контрактных работ. Это правило часто называют самым умным решением в организации науки двадцатого века. Оно делает для института выгодным работу с промышленностью, а не конкуренцию с грантами. Институт, который полезен предприятиям, богатеет и в государственном финансировании тоже. Институт, который работает в стол, теряет и то и другое.

Для малых и средних предприятий эта модель имеет особое значение. Малое предприятие не может содержать собственную лабораторию и не может оплатить полный цикл разработки в большой корпорации. Прикладной институт для него — это способ получить доступ к научной инфраструктуре, которую иначе не купить. Специальные программы удешевляют для малых предприятий заказ прикладных работ, покрывая часть стоимости из бюджета. Сотни тысяч малых и средних предприятий Германии пользуются этим механизмом, и именно они составляют основу немецкой промышленной мощи, которая известна под названием скрытых чемпионов.

Доверие как инфраструктура

В немецкой системе есть элемент, который не виден в организационных схемах, но который определяет всё остальное. Это доверие. Предприятие, которое передаёт институту свои технологические проблемы, раскрывается перед ним, потому что проблема часто оказывается коммерческой тайной. Институт, который работает с десятками предприятий одной отрасли, должен хранить их секреты друг от друга. Правила конфиденциальности, культура работы с информацией и репутации, которые здесь выстроены, не являются приложениями к системе. Это сама система.

Отсюда следует важный урок для любого проекта, который мы будем собирать на нашей почве. Правила, которые защищают участников и конфиденциальность, нельзя добавлять в систему потом. Доверие — это первоисточник, из которого вырастает участие. Предприятие придёт в систему, которая гарантированно не раздаст его секретов. Разработчик придёт в систему, которая гарантированно не отберёт его права. Без этих гарантий не будет ни участников, ни результата.

В немецком случае доверие держится ещё и на том, что институты не конкурируют с предприятиями. Они не выпускают собственных продуктов, не создают компаний, которые могли бы отобрать рынок у клиентов. Их дело — это разработка и передача. Это разграничение ролей снимает главный конфликт, который отравляет отношения науки и бизнеса во многих странах, включая нашу. Когда разработчик и заказчик потенциально конкуренты, сотрудничество не складывается.

Границы немецкого образца

Германская модель имеет свои ограничения, и их надо видеть так же честно, как её сильные стороны.

Первое ограничение — это скорость. Немецкая система надёжна и основательна, но не быстра. Она прекрасно доводит технологии до среднего уровня готовности и до малых серий, но прорывные решения, которые меняют положение отраслей, в ней не рождаются. Для прорывов Германия зависит от других источников, включая покупку и кооперацию. Это плата за устойчивость. Надёжный мост не летает.

Второе ограничение — это медленное обновление. Система, построенная на длинных отношениях и репутациях, с трудом перестраивается под новые задачи. Переход к цифровым и биотехнологическим темам дался немецким институтам тяжелее, чем организациям с более подвижной структурой. Долгая память — это не только актив, но и груз.

Третье ограничение связано с ориентацией на существующую промышленность. Прикладные институты живут заказами сегодняшних предприятий и готовят решения для завтрашних. Но отрасли, которых нет, заказов не дают. Система с трудом порождает принципиально новые направления, потому что в её логике нет заказчика на новое. Для нашего проекта — это предупреждение. Мост между наукой и производством надо дополнить механизмом, который ставит задачи, не имеющие сегодняшнего заказчика.

Что мы забираем в наш проект

Из немецкого опыта в нашу конструкцию ложатся три элемента.

Прикладная инженерная инфраструктура в виде сети институтов или кластеров, которые живут между университетом и заводом и говорят на обоих языках. Без этого элемента наша система будет ставить задачи, но не будет уметь их делать, и программные менеджеры останутся без рабочих рук.

Сбалансированная модель финансирования, в которой базовые средства сочетаются с контрактными доходами, и в которой полезность промышленности напрямую влияет на благосостояние самой инфраструктуры. Это правило стоит перенести в устав любого нашего кластера.

Культура доверия, конфиденциальности и не конкуренции с клиентами. Этот элемент надо проектировать с первого дня, потому что добавить его потом невозможно.

С немецкой инженерной основой у нас исторически всё в порядке. С мостами хуже. Но и скорость нам нужна не немецкая, а скорее американская или азиатская. Посмотрим на страны, которые совместили скорость с массовостью.

Выводы главы

Германская система прикладных институтов доказывает, что мост между наукой и производством можно сделать постоянной профессией и устойчивым институтом. Ключевые элементы — это сеть прикладных организаций между университетом и заводом, трёхсторонняя модель финансирования, которая поощряет работу с промышленностью, и культура доверия с строгими правилами конфиденциальности.

Границы образца состоят в невысокой скорости, медленном обновлении и зависимости от существующего промышленного заказа. Для прорывных решений немецкая модель нуждается в дополнении.

В нашу конструкцию мы забираем прикладную инфраструктуру, сбалансированное финансирование и культуру доверия. Скорость и массовость добавит азиатский опыт, к которому мы переходим.

Глава 6. Азия: скорость Китая, стойкость Кореи, дисциплина Японии

Три разных ответа на один вопрос

Азиатский опыт полезен нам по особой причине. Все три страны, о которых пойдёт речь, начинали с позиций догоняющих и прошли путь, который в чём-то похож на наш. Все три решили проблему соединения государства, науки и производства, но каждая по-своему. Китай ответил на неё масштабом и целеполаганием. Южная Корея ответила крупной корпоративной вертикалью. Япония ответила производственной культурой. Разбор этих трёх ответов покажет, что общего у всех работающих систем, и это общее окажется важнее национальных различий.

Китай: система больших проектов

Китайская модель технологического развития основана на государственном целеполагании, которое получило название системы больших научно-технических проектов. Суть её в следующем. Государство выбирает ограниченное число технологических целей стратегического значения, формулирует их в виде конкретных измеримых задач, закрепляет их в планах на пять-десять лет и финансирует всей страной. Целями были и остаются полупроводники, системы связи, интеллектуальные вычисления, новые материалы, биотехнологии, чистая энергетика, транспортные технологии.

Организационная особенность китайского подхода состоит в том, что финансирование привязано к цели, а не к стадии. Проект, который признан стратегическим, финансируется непрерывно, от исследования до промышленного освоения. Провал на промежуточной стадии не означает прекращения финансирования, он означает доработку. Китайская практика прямо включает параллельную разработку нескольких вариантов решения с последующим выбором лучшего. Это дорого, но это покупает скорость и гарантию результата.

Результаты видны в цифрах. Расходы Китая на исследования и разработки, рассчитанные по паритету покупательной способности, сравнялись с американскими и, по оценкам международной статистики, вывели страну на первое место в мире. Официальный темп роста расходов составляет около девяти процентов ежегодно, что втрое выше американского.

Особого внимания заслуживает связь китайской системы с производством. Государственные исследовательские организации и крупнейшие компании работают в единой связке. Результаты исследований передаются в производство по прямым каналам, и решение о промышленном освоении принимается внутри той же системы, которая вела разработку. Долина смерти в китайской модели просто не возникает, потому что нет разрыва между теми, кто делает технологию, и теми, кто её внедряет.

Слабости китайской модели — это зеркальное отражение её сильных сторон. Централизованное целеполагание отлично работает на выбранных направлениях и оставляет без внимания всё остальное. Параллельные разработки порождают дублирование и распыление средств. Скорость иногда достигается за счёт качества и безопасности. Зависимость от экспортных ограничений в критических компонентах показала, что даже самая массовая система не закрывает всех зависимостей. И наконец, китайская модель опирается на уникальный человеческий ресурс. По оценкам международных исследовательских центров, китайские университеты выпускают порядка семидесяти семи тысяч докторов наук в инженерных и научных специальностях в год, что вдвое больше американского выпуска. Этот поток людей не переносится вместе с организационной схемой.

Южная Корея: корпоративная вертикаль

Корейский ответ на тот же вопрос диаметрально противоположен китайскому по механизму и совпадает по результату. В Корее главным субъектом технологического развития стали крупные корпоративные группы, известные под корейским названием чеболи. Samsung, LG, Hyundai, SK и ещё несколько групп концентрируют около половины всех национальных расходов на исследования и разработки.

Сила корейского решения в полноте цикла внутри одной организации. Корпорация содержит собственные исследовательские центры, конструкторские бюро, опытные производства, серийные заводы и сбытовые сети. Решение о разработке, производстве и продаже принимается внутри одной структуры, без внешних согласований. Время от разработки до рынка сокращается до минимума. Корпорация способна терпеть убытки на новом направлении несколько лет, потому что её поддерживают другие прибыльные бизнесы. Большинство исследовательских проектов внутри корейских корпораций доходит до опытного производства.

Государство в корейской модели не ушло в тень. Оно финансирует часть корпоративных исследований, ведёт совместные с бизнесом программы, выстраивает национальные приоритеты. Но главным инструментом остаётся сама корпоративная вертикаль.

Слабости этой модели также видны. Первая — это подавление малого бизнеса. Молодые инженеры предпочитают надёжную корпоративную карьеру рискованному собственному делу, и доля университетских разработок, доходящих до компаний, в Корее одна из самых низких в развитом мире. Вторая — это уязвимость к судьбе корпораций. Ослабление одной-двух групп ослабляет всю национальную систему. Третья — это трудность новых направлений. Корпорации хорошо развивают то, что близко их нынешним бизнесам, и с трудом осваивают принципиально новое.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, купив полную легальную версию на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.