

УДК 168.53

**В.С. Федоров**

Московский физико-технический институт  
Институтский пер., д 9, г Долгопрудный, 141707, Московская обл., Россия,  
feoff3@gmail.com

## **АКАДЕМГОРОДОК И СТЭНФОРД:**

# **НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО В ИННОВАЦИОННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ 50-Х – 70-Х ГОДОВ XX ВЕКА**

В статье исследуется зарождение и развитие двух инновационных экосистем, в которых происходило эффективное развитие технологий посредством приложения научных знаний к сложным промышленным и военным задачам, – Стэндфордского Университета и Новосибирского Академгородка.

Утверждается, что в период конца 50-х – начала 70-х годов у этих экосистем было много общего. Общность проявляется: в динамике развития экосистем; их устройстве; в функциях ключевых фигур Ф. Термана и М. Лаврентьева соответственно; решаемых задачах; стратегии развития.

Однако, к 1970-ому году на базе экосистемы Стэндфордского Университета создается принципиально новая экосистема – так называемая Кремневая Долина. В противоположность экосистемам Стэнфорда и Академгородка, результатом работы предприятий Кремневой Долины оказывается систематическое создание и усовершенствование не отдельных технологий, а высокотехнологичных продуктов – целостных систем, органично связывающих множество технологий для решения широко спектра практических задач.

Понятие высокотехнологичного продукта является ключевым для понимания нового постиндустриального способа взаимодействия науки и техники, а понятие об экосистеме – для понимания среды этого взаимодействия. Ключевые слова: инновационные экосистемы, философия техники, инновации, высокие технологии, философия прикладных наук, история науки и техники

**V.S. Fedorov**

Moscow Institute of Physics and Technology  
Institutskiy per 9, Dolgoprudny, 141707, Moscow Region, Russia  
feoff3@gmail.com

## **AKADEMGORODOK AND STANDFORD:**

# **SCIENCE AND INDUSTRY IN THE INNOVATION ECOSYSTEMS DURING 50<sup>TH</sup>-70<sup>TH</sup> OF THE XX CENTURY**

Innovation ecosystem is defined as a system that fosters application of scientific knowledge to development of new technologies. The genesis and further development of two innovation ecosystems, Akademgorodok of Novosibirsk and Stanford University, is investigated.

These ecosystems are similar during 50-th to 70-th: they share similar internal development dynamics and strategy, organization structure featuring a strong visionary leader, namely F. Terman and M. Lavrentiev, types of problems solved within the ecosystem.

By the 1970, a novel ecosystem based on Stanford University ecosystem, so-called Silicon Valley, was born. Contrasting to ecosystems of Stanford and Akademgorodok, the main function of the Silicon Valley organization was not creation of new narrow-scoped technologies, but production of novel high-tech products. A high-tech product consists of multiple technologies and intended for broad spectrum of applications.

The notion of high-tech product is crucial for understanding of contemporary postindustrial mode of science-technology interaction, whilst the notion of ecosystem is crucial for understanding of the environment in which the interaction takes its place.

Keywords: innovation ecosystem, philosophy of technology, innovation, high-tech, philosophy of applied science, history of science and technology

## ВВЕДЕНИЕ

Современные экономисты, изучающие инновационные процессы, выделяют особые социо-экономические системы, в рамках которых создаются новые технологии, - инновационные экосистемы. Инновационные экосистемы представляют особый интерес в рамках более общего вопроса философии науки и техники о механизмах взаимосвязи науки и техники в современном мире.

Согласно одному из общепринятых определений **инновационная экосистема** - это «система различных взаимосвязанных институтов, производящих, хранящих и передающих знания, навыки и созданные продукты, используемые при разработке новых технологий». [Metcalfe, 1995] Выделяют региональные и национальные экосистемы. **Национальная экосистема** – система институтов всего государства. **Региональная экосистема** – экосистема, расположенная на определенной территории. При этом, в данной статье дополнительно вводится различие двух типов экосистем: «индустриальной» и «постиндустриальной».

В статье проведен исторический анализ развития двух индустриальных региональных инновационных экосистем конца 50-х – начала 70-х гг. Одна из них находилась в США, другая – в СССР. Речь идет об Новосибирском Академгородке и экосистеме, образованной вокруг Стэндфордского университета в Северной Калифорнии, США.

## ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОДУКТ

Прежде чем перейти к анализу, определим различие между индустриальной и постиндустриальной экосистемой.

**Постиндустриальные инновационные экосистемы** производят не просто технологии, они создают **высокотехнологичный продукт**.

Технологию будем понимать в узком смысле, как способ решения определенной практической задачи в фиксированном контексте применения.

Технологический продукт – это одновременно и техническое изделие, и способы решения набора практических задач в широком круге возможных контекстов применения. Технологический продукт отличается от технического изделия тем, что он содержит не только материальную компоненту, но и нематериальную, информационную компоненту, относящуюся к технологии его эксплуатации.

Примером технологического продукта может служить микропроцессор, который содержит кроме самого технического изделия, информацию о том, какими способами его можно соединять с другими микроэлектронными устройствами, о том, как его возможно программировать. Один и тот же микропроцессор может быть использован в контексте создания тысяч различных устройств: автоматизированных станков, систем навигации, компьютеров и так далее.

Технологии, источником которых являются исследования, назовем высокими. А соответственно продукты, созданные на основе исследований – высокотехнологичными<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Можно сказать, что в продукте задействована комбинация технологий трех разных видов: технологий изготовления («как это сделать?»), технологий функционирования («как это работает?») и технологий эксплуатации («как этим пользоваться?»).

Инновационные экосистемы, производящие **технологии** мы назовем **индустриальными**.  
Инновационные экосистемы, производящие **высокотехнологические продукты** назовем **постиндустриальными**.

Проследим историю развития индустриальных экосистем Стэнфорда и Академгородка.

Выбор пал на Стэнфорд, поскольку вокруг него возникла постиндустриальная экосистема – Кремневая Долина. Академгородок – наиболее похожая на Стэнфорд советская региональная экосистема. Действительно, во-первых, они зарождались в схожее время. Во-вторых, они находились на периферии научного и технического мира своих стран. В США вся наука и научно-технические разработки были сконцентрированы в университетах восточного побережья. В СССР, научные центры находились в Европейской части страны. В-третьих, в обеих экосистемах был сильный руководитель-лидер, который эффективно проводил собственную, легко ретроспективно прослеживаемую, стратегию развития экосистемы. В Стэнфордском университете – это Фредерик Терман, в Академгородке – Михаил Алексеевич Лаврентьев.

Соответственно, развиваться они могли относительно независимо, согласно стратегиям собственных руководителей, а внешнюю конъюнктуру можно легко отделить от внутренней логики развития. Эти обстоятельства делают их удобными объектами для сравнительного исследования.

### **РОЖДЕНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ: НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ**

В соответствии с определением инновационной экосистемы, данным в начале статьи, для того, чтобы можно было говорить о региональной экосистеме в ней должны быть те институты, которые обеспечивают накопление, воспроизводство и приложение знаний. Соответственно, в экосистеме должны обязательно присутствовать институты, связанные с наукой, образованием, а также средства для проведения прикладных исследований. В этих аспектах Академгородок и Стэнфорд сходны.

#### **МИТ НА ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ**

С. Бланк, один из влиятельных методологов инновационного предпринимательства из Стэнфордского университета, подготовил в 2008 году историческое исследование, озаглавленное «Секретная история Кремневой Долины» [Blank].

С. Бланк опровергает устоявшееся представление, будто бы история Кремневой Долины начинается в конце 1960-х годов с первых фирм, создающих микроэлектронику. Согласно его версии история начинается 40-ые годы, когда Фредрик Терман, выпускник Стэнфордского университета, а впоследствии его ректор, вел проект в Гарварде по созданию «электронного оружия»: устройств, создающих помехи для радаров неприятеля. Использование таких устройств позволило резко сократить потери ВВС США при бомбардировках Германии и Японии. Связи Термана позволили к 1950-му году привлечь в Стэнфорд многих ведущих ученых и инженеров, а затем и талантливых студентов, сделав из Стэнфорда «МИТ на западном побережье». Основными исследовательскими фокусами были выбраны: радиолокация и электроника.

Корейская война принесла в Стэнфорд огромные военные заказы. В дополнение к «фундаментальной», проводящей исследования в области электроники (Electronics Research Laboratory), была создана огромная оружейная лаборатория прикладной электроники (Applied Electronics Laboratory), обслуживающая военный заказ. Основная цель – разработка систем, способных выводить из строя мощные системы противовоздушной обороны СССР и стран-союзников. [Blank]. В 1955 году, когда Терман стал ректором, две лаборатории: фундаментальная

и прикладная,- были объединены в общую Лабораторию Системной Инженерии (Systems Engineering Lab). Ее задачей было, во-первых, решение сложных практических инженерных и научных задач для различных спецслужб и военных ведомств. Во-вторых, создание на основе новых фундаментальных достижений законченных систем радиоглушения. В лаборатории работало более 800 человек, многие из которых были аспирантами Стэнфордского университета.

#### **«НОВАЯ АТЛАНТИДА» В СИБИРИ**

По другую сторону железного занавеса в это время академики Лаврентьев, Соболев и Христанович разрабатывают идею о создании научного города около Новосибирска, сделав его центром нового Сибирского Отделения Академии Наук СССР. Проект был поддержан Хрущевым и в 1957-м году был утвержден в правительстве.

Лаврентьев и его соратники сумели убедить ученых в СССР в перспективности проекта и склонить многих из них к тому, чтобы перебраться из Европейской части страны в Сибирь.

К 1961-ому году в Академгородке был построен университет и 14 различных НИИ. В отличие от США, в СССР большая часть научных лабораторий находилась не в университетах, а в НИИ. Университет же играл в основном образовательную роль<sup>2</sup>. Однако, в Академгородке была реализована так называемая «система Физтеха», связывающая образование и научную работу. Согласно ей, студенты старших курсов и аспиранты должны присоединяться к исследовательским группам в НИИ.

#### **СТАНОВЛЕНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

Если в случае со связью между наукой и образованием был применен уже зарекомендовавший себя опыт, то построение эффективной связи между наукой и промышленностью было совершенно новой задачей, как в США, так и СССР. В период конца 50-х - начала 60-х начался поиск форм эффективной связи прикладных задач и научных исследований.

В Стэнфорде для сближения промышленности и науки был создан специальный Индустриальный Парк. В Академгородке промышленность до начала 70-х годов была вынесена за пределы региональной экосистемы, команды ученых и инженеров внедряли свои разработки, выезжая на различные предприятия Сибири.

#### **СТЭНФОРДСКОЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ПАРК**

Терман верил, что академическое и бизнес сообщества могут и должны работать вместе на благо друг-другу. [Тайна, 1985] Терман создавал условия для сближения науки и производства. В 1951 году он создал так называемый Стэнфордской Индустриальный Парк, в котором в последующие годы разместились производства крупных технологических фирм (многие из которых работали по военным заказам), таких как Hewlett Packard, Kodak, Lockheed, IBM, Xerox.

Кроме того, Терман всячески поддерживал идеи создания новых лабораторий и фирм на территории парка, помогал привлечь для этого ресурсы и финансирование. Прямые инвестиции крупных технологических фирм в производства на территории индустриального парка, а также единичные экспериментальные инвестиции в новые фирмы, решали вопрос финансирования новых промышленных предприятий экосистемы.

---

<sup>2</sup> В США пошли по обратному пути и в послевоенные годы стали, наоборот, выносить часть крупных исследовательских лабораторий из университетов в отдельные исследовательские институты, непосредственно связанные с головным университетом, но не несущие образовательных функций.

## АКАДЕМГОРОДОК И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ В 60-Х ГОДАХ

М.А. Лаврентьев считал связь с промышленностью важной частью проекта Академгородка [Добрецов, 2000]. Незадолго до собственной смерти, он опубликовал книгу, в которой описал историю собственного детища - Сибирского Отделения Академии Наук. В одной из глав он подробно описывает формы отношения науки и промышленности в НИИ Гидродинамики. [Лаврентьев, 1982]. Можно выделить несколько этапов развития этих отношений в 60-х годах.

Изначально, *на первом этапе*, ученые Академгородка стали выстраивать связи с промышленностью Сибири. «Когда еще возводились здания институтов, бригады ученых СО АН уже выезжали на предприятия и стройки Сибири <...>. Читали лекции, давали консультации, устанавливали связи...» [Лаврентьев, 1982].

*На втором этапе*, на основе запросов предприятий, было выделено несколько крупных практически-значимых проблем с которыми стал работать институт. Одна из таких проблем – дороговизна и ненадежность продуктов металлургии. Ее решали за счет использования взрыва в различных технических процессах: уменьшения дефектов кристаллической решетки, сварки, нанесения тонких металлических покрытий<sup>3</sup>.

*На третьем этапе*, на стыке металлургии, гидродинамики, химии, математического моделирования родилось новое направление развития металлургических технологий. Эти технологии в дальнейшем развивала лаборатория А.А.Дерибаса в НИИ Гидродинамики.

Однако, в продвижении новой технологии в производство были определенные трудности. «...она родилась на стыке наук и непонятна даже самым квалифицированным специалистам отдельно взятой отрасли. <...> Возникает интересная идея, а внедрять ее некому: нет понимающих людей на заводах, <...> нет понимающих и в отраслевой науке <...> Тут не просто консерватизм, неприятие нового, а отрицание непонятого, из «чужой» науки пришедшего» [Лаврентьев, 1982]. Внедрение новой технологии в производство занимало до 15 лет. Решение проблемы внедрения крылось в людях, подготовке новых кадров, понимающих новую технологию. Со временем, специалистов начали готовить централизованно, а новые производственные цепочки к 80-м годам удавалось запускать менее чем за 3 года.

К концу 60-х годов, *на четвертом этапе*, целесообразность включения производства непосредственно в систему Академгородка была осознана Лаврентьевым и его соратниками. Была предложена система КБ «двойного подчинения», которые должны были составить «пояс внедрения» Академгородка. «Схема была такая: институт дает научную идею, министерство строит неподалеку от Академгородка КБ, дает своих людей, мы - своих, авторов идеи и молодежь, кончающую университет. Все они вместе «доводят изделие» [до технологической готовности]». [Лаврентьев, 1982]

Согласно первоначальному плану, «пояс внедрения» должен был бы стать своего рода аналогом Индустриального Парка Стэнфорда, а министерства выступали бы в нем в роли инвестора.

---

<sup>3</sup> В ходе прикладных исследований выяснилось, что «во время взрыва возникает такое давление, что прочностные свойства металлов становятся несущественными, в узкой зоне, примыкающей к поверхности контакта, металлы ведут себя как жидкости. <...> Открытие оказалось настолько удачным, что как из рога изобилия посыпались новые технологии. <...> Сварка взрывом обладала рядом огромных преимуществ по сравнению с традиционными методами. <...> Самое главное - открылась возможность создавать с помощью взрыва новые многослойные материалы <...>» [Лаврентьев, 1982]

## СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОСИСТЕМ

Перейдем теперь от вопросов устройства частей экосистем и их взаимодействия, к вопросам стратегического уровня, где нас будут интересовать следующие вопросы: что именно обеспечивает возможность существования экосистемы; что обеспечивает положительный баланс прироста ресурсов в экосистеме (финансов, людей и так далее), позволяющей ей функционировать и развиваться.

### ЭКОСИСТЕМА СТЭНФОРДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА 50-Х – 60-Х ГОДОВ

Основные инвестиции и заказы Стэнфорда были связаны с военным комплексом США. Источником их за редким исключением, служило либо государство, либо крупные концерны, производящие военную технику. До 70-х годов XX века, большая часть исследовательских лабораторий и технологических фирм существовала и развивалась благодаря военному заказу, в особенности на сверхсложные военные аппараты. Как утверждает Бланк, главным достижениями Стэнфорда и связанных с ним лабораторий и предприятий 50-х и 60-х годов были не транзисторы или процессоры, а технологии, разработанные для самолета-разведчика U2 и ракет Lockheed.

Соответственно, в период 50-х – 60-х годов основные для последующего развития Кремневой Долины свойства, как ориентация на широкий рынок и относительная простота привлечения внешних инвестиций, были представлены слабо. Связь между экосистемой Стэнфорда и военным заказчиком, строилась благодаря личным связям Термана [Blank].

Можно утверждать, что в 50-х и 60-х годах Терман создал Экосистему Стэнфордского Университета. Хотя ее нельзя назвать прообразом Кремневой Долины, но ее атмосфера привлекала достаточно большое количество талантливых, креативных и смелых людей, готовых пробовать воплощать новые идеи в области технологий и бизнеса. Согласно версии С. Бланка, в эти годы был создан так называемый «этос Кремневой Долины». В основе его лежит дух кооперации, открытость к экспериментам, в том числе социальным, толерантность к ошибкам. Этот дух даже сегодня серьезно отличает Кремневую Долину от Восточного Побережья, которому присущ относительный консерватизм и закрытость. Современные исследователи и идеологи инновационного развития считают такой этос необходимым для систематического развития инноваций в отдельно взятом регионе [Blank].

### ЭКОСИСТЕМА АКАДЕМГОРОДКА 60-Х ГОДОВ

По сравнению со Стэнфордом, Академгородок был намного более крупным и разнообразным научным центром. В Академгородок входило множество разнообразных институтов, работающих по всему спектру тематик: биология, ядерная физика, информатика, математика, медицина и так далее. Это отразилось и на технологическом разнообразии. Заказы институтам Академгородка были более разнообразными: технологии для металлургии, нефтяной промышленности, медицины, высокоточные измерительные приборы, промышленные ускорители, и многое другое. В экосистему Академгородка инвестиции поступали, как из государственного бюджета, так и за счет договоров с различными промышленными предприятиями<sup>4</sup>.

Государственное финансирование помогало сохранять большую разнообразность исследований, однако, ставило Сибирское Отделение Академии Наук в зависимое положение от отношений

---

<sup>4</sup> «... средства, поступающие в результате хозяйственной деятельности, составляют существенную часть (около трети) бюджета Сибирского отделения.» [Лаврентьев, 1982]

Лаврентьева с высшим руководством страны<sup>5</sup> и различных изменений в научной политике страны. Усугубляла зависимость негибкость советской системы относительно создания новых организаций<sup>6</sup> и привлечения инвестиций.

### **НА ПУТИ К НОВЫМ ЭКОСИСТЕМАМ: ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОДУКТЫ**

Согласно основной гипотезе данного исследования, в ядре современной инновационной формы связи науки и техники находится особая целостность – **высокотехнологичный продукт**.

Высокотехнологичные продукты создавались и в СССР, и в США, однако именно в США зародилось и развилось систематическое производство высокотехнологичных продуктов. Возможность создания новых фирм и привлечения частных инвестиций позволило систематически создавать новые организации - фирмы-стартапы -, развивающие тот или иной качественно новый продукт.

Приведем примеры высокотехнологичных продуктов, созданных в рамках исследуемых нами экосистем. В этот раз, в противоположность предыдущему изложению, начнем с Академгородка.

#### **ДЕТОНАТОР ЭДВ И ПОЯС ВНЕДРЕНИЯ**

Вернемся к истории, которую повествует М. Лаврентьев о развитии прикладных разработках в НИИ Гидродинамики.

В середине 60-х годов, в НИИ Гидродинамики разработали первый специализированный высокотехнологичный продукт - безопасный детонатор. «Применение взрыва в промышленности всегда ограничивалось потенциальной опасностью метода <...> При чем опасен бывает не сам заряд взрывчатого вещества: современные ВВ довольно инертны, и чтобы привести их в действие, нужен первоначальный мини-взрыв, который осуществляет специальный капсуль-детонатор. Такой капсуль должен быть достаточно чувствительным, чтобы он легко, быстро и в нужный момент срабатывал по командному сигналу <...>. Для безопасности же от него требуется совсем обратное - малая чувствительность. <...> В Институте гидродинамики была расшифрована структура механизма детонации в различных взрывных средах <...>. Изучая процессы детонации, один из моих учеников, Л.А.Лукиянчиков, обнаружил, что, используя некоторые свойства этого явления, можно создать совершенно безопасный в обычных условиях детонатор. Такой детонатор можно бросать, бить молотком, даже подключать к нему ток от промышленной сети - он не взорвется... Чтобы подорвать его, нужен ток высокого напряжения от специального генератора. Таким образом, появилась возможность спокойно вести взрывные работы в заводских условиях.» [Лаврентьев, 1982] Универсальный нечувствительный детонатор оказался **высокотехнологичным продуктом** для решения множества производственных задач, таких как сварка, расчистка поверхности при строительстве, синтезе алмазов и так далее [Лукиянчиков, 2000], причем в разных отраслях промышленности.

Заинтересованность завода Чкалова, где происходило первичное технологическое освоение нового продукта, его территориальная близость, энтузиазм специалистов завода, личная инициатива и

---

<sup>5</sup> Так, отношения Лаврентьева с Хрущевым, ведущие начало с совместной работы в УССР, обеспечивали относительную автономию и стабильность Академгородка. После смены власти в ЦК, отношение Лаврентьева с верховной властью охладели, что привело к трудностям в развитии различных проектов, связанных с СО РАН. [Josephson, 1997]

<sup>6</sup> В основном ввиду ограничений советской бюрократической системы. Сам Лаврентьев прекрасно осознает эту негибкость и признает, что многие смелые идеи не смогли развиваться, так как «победило бюрократическое единообразие - чтобы все шло «в ногу»» [Лаврентьев, 1982]

открытость Л.А.Лукьянчикова<sup>7</sup> и других ученых института Гидродинамики позволили создать продукт непосредственно на базе предприятия-заказчика.

Однако, случаи, когда стихийно создаются условия для разработки нового продукта по разным причинам относительно редки. Это обстоятельство было одним из факторов, приведшим к созданию «пояса внедрения» Академгородка, о котором говорилось ранее. Согласно первоначальному замыслу, междисциплинарные команды ученых и инженеров формировались в КБ двойного подчинения, а заинтересованные в итоговом продукте отраслевые министерства должны были инвестировать средства в создание КБ и производств, основанных на разработках КБ.

Однако, при реализации идеи возникли проблемы. Не удавалось создать и общепринятые положения, регулирующие создание и работу новых КБ – слишком высокими оказались бюрократические издержки на урегулирование которых ушло около 10 лет. [Лаврентьев, 1982] Это обстоятельство сильно сковывало развитие КБ «двойного подчинения» и сводило на нет мотивацию научных работников создавать новые КБ для своих проектов.

#### **ТРАНЗИСТОР И КРЕМНЕВАЯ ДОЛИНА**

В США на протяжении конца 1950-х - 1960-х бурный рост получила отрасль полупроводниковой микроэлектроники, лежащей долгое время вне мейнстрима военных заказов и вне фокуса внимания Термана и его соратников.

В 1956 г. Вильям Шокли, один из создателей транзистора и Нобелевский лауреат, создал по приглашению Термана собственную лабораторию в Пало-Альто. Однако характер и стиль руководства Шокли, в первую очередь отсутствие доверия к работе сотрудников, препятствование их творческим начинаниям, оказались неприемлемыми для его талантливых сотрудников. Одной из самых интересных идей, идущих в разрез с идеями Шокли, была идея использовать для изготовления полупроводникового транзистора более распространенный кремний, вместо более дорогого германия [Мэлоун, 2015]. В итоге, сотрудники лаборатории, лидером которых был Р. Нойс, который занял место директора по науке, создали собственную фирму, и нашли инвестора - миллиардера с Восточного Побережья Шермана Фейрчайлда. Компания “Fairchild Semiconductors” создана летом 1957 года при условии, что Ферчайлд может полностью ее выкупить в течение 3-ех лет в случае ее успешного функционирования. [Berlin, 2001] Ферчайлд воспользовался правом выкупа уже в 1959 году после успешной сделки на поставку транзисторов для ИВМ.

Fairchild Semiconductors при непосредственном участии выходцев из лаборатории Шокли стал в период 1959 – 1965 году лидером в этой новой отрасли. «Количество транзисторов, произведенных американскими фирмами выросло в 275 раз в период с 1957-ого по 1965-ый год.» [Berlin, 2001]

Рынок транзисторов был широким и не ограничивался военным заказом. «Возник двухуровневый рынок полупроводников: с одной стороны, это опробованные продукты, доступные по очень низким ценам, производимые в очень больших объемах и маленькой добавочной стоимостью (margin). <...> С другой стороны, были устройства, более технически совершенные, которые производились маленькими партиями и продавались с большей удельной прибылью.» [Berlin, 2001]

---

<sup>7</sup> «...чему способствовали открытость Леонида Александровича новым задачам и изобретательский дар. Помогла и его исключительная контактность, умение работать с людьми, все то, что сейчас принято называть талантом менеджера. Не случайно М. А. Лаврентьев не раз говорил, что «в Америке Лёня стал бы миллионером.»» (Плотников, 2011)



У Fairchild Semiconductor было ряд сильных конкурентов, таких как Motorola и Texas Instruments. Эти корпорации в середине 50-х – начале 60-х годов также активно интересовались возможностями полупроводников и открывали собственные подразделения, которые занимались исследованиями и разработками в этой области.

Эти обстоятельства: высокая конкуренция и двухуровневый рынок - приводили к тому, что фирме, такой как Fairchild, приходилось быть одновременно и массовым производителем, и масштабной исследовательской организацией. [Berlin, 2001] Отделам R&D (исследований и разработок) компаний необходимо было постоянно проектировать новые типы полупроводниковых устройств, производимых на заказ, развивать и удешевлять технологию производства устройств для массового рынка и так далее<sup>8</sup>.

В Fairchild Semiconductors произошли и важные новации в понимании самой продукции компании, ключевые для современных высоких технологий. Оказалось, что компания создает не просто устройства, а *высокотехнологичные продукты*, включающие в себя детализированные технические описания и инструкции, а также техническую поддержку специалистов Fairchild. (Berlin, 2001)

Со временем головная фирма «Fairchild Camera and Instrument» стала сдерживать развитие «Fairchild Semiconductor». Это привело к тому, что «Fairchild Semiconductor» стали покидать многие ведущие сотрудники, чтобы организовывать собственные предприятия. На протяжении 60-х и 70-х годов в районе Пало-Альто было создано около 65 компаний, производящих микрочипы. Самую известную из них, «Intel», организовали выходцы из лаборатории Шокли и Fairchild, Р. Нойс и Г. Мур.

К началу 70-х была найдена схема финансирования, позволившая обеспечивать новые фирмы ресурсами. Она легла в основу института венчурного капитализма<sup>9</sup> и позволила привлекать частные капиталы извне экосистемы в новые высокотехнологичные фирмы. Первый успешный венчурный фонд был создан Роком и Девисом в 1961 году. Однако, явление это было единичное, другие венчурные фонды начали открываться только в интервале 1968 – 1970 годов, когда фонд Рока и Девиса показал сверхприбыль, продав свой пакет акций компании Scientific Data Systems компании Хегох почти за 1 млрд долларов [Gupta, 2000].

Таким образом, посредством создания новых фирм за отрезок в 20 лет, выросла так называемая Кремневая Долина. Она стала включать в себя кроме старой Экосистемы Стэндфордского Университета, питающуюся за счет военных и государственных заказов, также совершенно новую постиндустриальную экосистему, основанную на технологическом предпринимательстве и частных инвестициях. Новая экосистема выросла не только в качественном, но и в количественном отношении. Офисы и исследовательские центры новых компаний стали появляться не только в Стэндфордском университете и его окрестностях, но и по всей площади полуострова Сан-Франциско.

---

<sup>8</sup> Необходимость в постоянных улучшениях означала невозможность эффективной передачи исследований, например, во внешние университетские лаборатории. Особенность и новизна области: в 1950-х годах в природе не было такого существа как эксперт по полупроводникам [Berlin, 2001], специалистам требовалось совмещать знания и навыки в физике твердого тела, металлургии, химии, электротехнике и химической технологии - означала, что релевантный опыт и знания возможно было получить только в рамках самого производства новых технологий.

<sup>9</sup> Венчурный капитал – профессиональный капитал, инвестированный венчурным капиталистом совместно с предпринимателем для финансирования ранней стадии развития предприятия с целью извлечения будущей сверхприбыли.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на кажущуюся разницу между двумя странами, экономическими и политическими системами, две рассмотренные индустриальные экосистемы имели много общего. К концу 60-х, в плане подхода к инновациям и пониманию составных частей экосистемы, Академгородок мало отличался от Стэнфорда. В обоих случаях, появляются основания для последующего качественного изменения экосистемы. Во-первых, появляются первые образцы высокотехнологичных продуктов, во-вторых, начинает складываться диверсификация рынков сбыта, в-третьих, складывается представление об особой роли научно-технических коллективов и важности участия самих ученых в процессах разработки и внедрения технологий.

Экосистемы эффективно функционировали и развивались благодаря активному участию их руководства в поиске внешних инвестиций и заказов, возникающих в промышленности.

Однако, новая постиндустриальная экосистема Кремневой Долины хоть и возникла на периферии экосистемы Стэнфордского университета, не является ее логическим продолжением. Их и объединяет общий этос<sup>10</sup>, но в основе их функционирования лежат совершенно различные механизмы.

Во-первых, в Кремневой Долине по-иному привлекаются и организуются ресурсы (финансы, люди). Создание новых организаций<sup>11</sup>, привлечение финансов и построение связей с внешним к экосистеме миром происходит посредством частной инициативы, а не управленческих решений руководства экосистемы.

Во-вторых, по-иному привлекаются заказы. Работа по привлечению заказов (маркетинг и продажи) происходит силами самих организаций. Связи выстраиваются не только с ВПК или министерствами, но и с широким массовым рынком<sup>12</sup>.

В результате, вокруг экосистемы Стэнфорда появилась принципиально новая постиндустриальная экосистема - Кремневая Долина. В районе Академгородка создание новой постиндустриальной экосистемы – гипотетической «Кремневой Тайги» - было возможным, но не получилось, во многом из-за негибкости советской бюрократической системы и плановой экономики.

Насколько выделенные нами истории развития являются типичными для всех инновационных экосистем – вопрос дальнейшего исследования. Однако, можно выделить один важный момент, который, как представляется справедлив для постиндустриальных экосистем, и постиндустриальной экономики в принципе. В Кремневой Долине США возник важный для последующего инновационного развития феномен: и исследование и разработка, и производство высокотехнологичного продукта оказались в одном предприятии.

---

<sup>10</sup> Этос Академгородка был также демократичным, поощрял инициативу в научной работе. М.А. Лаврентьев поощрял социальные эксперименты и реорганизации научных коллективов, препятствовал их стагнации. Однако, в нем не выделяется ключевой черты «этоса Кремневой Долины» - толерантности к ошибкам: техническим, экономическим, организационным.

<sup>11</sup> В СССР тоже существовали собственные попытки, основанные на энтузиазме, создавать новые коллективы и организации. Но в эпоху оттепели власть нейтрально относилась к подобным экспериментам, то в Брежневскую эпоху, бюрократическая машина их прекратила.

<sup>12</sup> В СССР ограничения накладывала плановая модель ведения хозяйства. Так перспективная технология биметаллов имела достаточно ограниченное использование относительно других стран. Руководство предприятий зачастую было не заинтересовано в внедрении новых технологий. [Лаврентьев, 1982]

Внутренние научные исследования оказывались основным фактором конкурентоспособности таких фирм. Это говорит об изменениях во взаимоотношении науки и техники как минимум в двух плоскостях: организационной и институциональной.

Во-первых, организационно, научные исследования и развитие технология происходят в рамках одного предприятия, а исследования и разработки сфокусированы в одной относительно узкой области. Взаимосвязь исследований и производства оказывается залогом успешного развития предприятия. Возникает новая целостность в понимании результата научно-технической деятельности.

Во-вторых, фирма, проводящая научные исследования, институционально независима от существующих отраслей промышленности и научных дисциплин. Как задействованная наука, так и новая технология зачастую лежат вне привычных дисциплинарных и отраслевых границ. Это означает что предприятие оказывается не только местом приложения, но и производства определенных научных знаний и технологических компетенций. То есть, любая новая фирма может потенциально создать свою (постиндустриальную) отрасль и даже свою собственную (постиндустриальную) прикладную науку.

Таким образом, постиндустриальные экосистемы, состоящие из фирм-производителей высокотехнологических продуктов, по-новому объединяют науку и производство, создают особую среду для прикладных (а в некоторых случаях и фундаментальных) научных исследований и технологических разработок.

Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ проект 14-03-00687 («Динамика взаимоотношений науки, техники и общества в США и России на протяжении XX века»).

Автор выражает благодарность профессору МФТИ А.И. Липкину за помощь в структурировании текста статьи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Добрецов Н.* Принципы М.А.Лаврентьева по организации науки и образования и их реализация в Сибири // Наука в Сибири. - Новосибирск : 2000 - Т. 47.
2. *Лаврентьев М.А.* ...Прирастать будет Сибирию. - Новосибирск : Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1982. – 175 С.
3. *Лукьянчиков Л.А.* Системы инициирования на вторичных взрывчатых веществах // Прикладная механика и техническая физика. - Новосибирск : СО РАН, 2000. – №5 : Т. 41.
4. *Мэлоун М.* The Intel. Как Роберт Нойс, Гордон Мур и Энди Гроув создали самую влиятельную компанию в мире. - Москва : Эксмо, 2015. – 528 С.
5. *Плотников Ю.* Из когорты первопроходцев // Наука в Сибири. - Новосибирск : 2011 г.. - Т. 26-27.
6. *Berlin R.* Robert Noyce and Fairchild Semiconductor, 1957-1968 // Business History Review. - Boston : The President and Fellows of Harvard College, 2001 г. - №1 : Т. 75.
7. *Blank S.* The Secret History of Silicon Valley. - <https://steveblank.com/secret-history/>.

8. *Geiger R.* Knowledge and Money: Research Universities and the Paradox of the Marketplace. - New York: Stanford University Press, 2004.
9. *Gupta U.* Done Deals: Venture Capitalists Tell Their Stories. - Boston: Harvard Business Review Press, 2000.
10. *Josephson P.* New Atlantis Revisited: Akademgorodok, the Siberian City of Science. - Princeton : Princeton University Press, 1997.
11. *Kenney M.* Understanding Silicon Valley: The Anatomy of an Entrepreneurial Region [Книга]. - New York : Stanford Business Books, 2000. - 304 С.
12. *Metcalfe S.* The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives// Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change / ed P. Stoneman. - Oxford : Blackwell Publishers, 1995.
13. *Tajnai C.* Fred Terman, the Father of Silicon Valley // IEEE Design & Test of Computers. - 1985 - №2 : Vol. 2.

#### REFERENCES

1. *Dobretsov N.* Printsipy M.A.Lavrent'eva po organizatsii nauki i obrazovaniya i ikh realizatsiya v Sibiri [M.A. Lavrentiev principles of science and education organization and implementation] // Nauka v Sibiri.[Science in Siberia] - Novosibirsk : 2000 - Vol. 47. (In Russian)
2. *Lavrent'ev M.A.* ...Prirastat' budet Sibir'yu. [By Siberia we gain] - Novosibirsk : Zap.-Sib. kn. izd-vo, 1982. – 175 P. (In Russian)
3. *Luk'yanchikov L.A.* Sistemy initsirovaniya na vtorichnykh vzryvchatykh veshchestvakh [Initiation systems based on secondary explosive compounds] // Prikladnaya mekhanika i tekhnicheskaya fizika. [Applied mechanics and technical physics] - Novosibirsk : SO RAN, 2000. – Issue 5 : Vol. 41. (In Russian)
4. *Malone M.* The Intel Trinity: How Robert Noyce, Gordon Moore, and Andy Grove Built the World's Most Important Company. – New York : HarperBusiness, 2014. – 580 P.
5. *Plotnikov U.* Iz kogorty pervoprokhodtsev [Of pioners cohort] // *Nauka v Sibiri.* [Science in Siberia] – Novosibirsk - V. 26-27. (In Russian)
6. *Berlin R.* Robert Noyce and Fairchild Semiconductor, 1957-1968 // Business History Review. - Boston : The President and Fellows of Harvard College, 2001 г.. - №1 : T. 75.
7. *Blank S.* The Secret History of Silicon Valley. - <https://steveblank.com/secret-history/>.
8. *Geiger R.* Knowledge and Money: Research Universities and the Paradox of the Marketplace. - New York: Stanford University Press, 2004.
9. *Gupta U.* Done Deals: Venture Capitalists Tell Their Stories. - Boston: Harvard Business Review Press, 2000.

10. *Josephson P.* New Atlantis Revisited: Akademgorodok, the Siberian City of Science. - Princeton : Princeton University Press, 1997.
11. *Kenney M.* Understanding Silicon Valley: The Anatomy of an Entrepreneurial Region [Книга]. - New York : Stanford Business Books, 2000. - 304 С.
12. *Metcalf S.* The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives// Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change / ed P. Stoneman. - Oxford : Blackwell Publishers, 1995.
13. *Tajnai C.* Fred Terman, the Father of Silicon Valley // IEEE Design & Test of Computers. - 1985 - №2 : Vol. 2.