ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

Н.В. ЛАТОВА,
Ю.В. ЛАТОВ

Становление технонауки как высшей стадии развития наукосферы*

В статье рассматриваются процессы формирования технонауки и наукосферы от эпохи промышленной революции до наших дней. До XX в. технонаука и наукосфера развиваются в значительной степени обособленно, их слияние происходит только со второй половины XX в. под влиянием научно-технической революции и второй университетской революции. Особое внимание обращено на вовлечение образовательной системы сначала в наукосферу, а затем и в технонауку.

Ключевые слова: технонаука, наукосфера, инновации, промышленная революция, научно-техническая революция, университетская революция, социально-экономическая история.

The article examines the processes of formation of techno-science and nauko-sphere from the Industrial Revolution to the present day. Until the twentieth century techno-science and nauko-sphere developed largely in isolation, their fusion occurs only in the second half of the twentieth century under the influence of scientific and technological revolution and the second university revolution. Particular attention is paid to the involvement of the educational system into nauko-sphere at the beginning and then into techno-science.

Keywords: techno-science, naukosphere, innovation, the industrial revolution, scientific-technical revolution, the university revolution, socio-economic history.

Будущее как мирового сообщества в целом, так и отдельных стран мира (включая Россию) решающим образом зависит от внедрения инноваций и от развития системы образования. Для лучшего понимания этих проблем современного мира целесообразно проанализировать ситуацию в ретроспективе: рассмотреть историю длительного и противоречивого "романа" науки, высшего образования и производства.

* Статья подготовлена при поддержке Российского гуманитарного научного фонда, проект № 13-03-00015а "Непрерывное образование и трансфер наукоемких технологий: модели взаимодействия учреждений образования и науки с предприятиями реального и финансового секторов". При подготовке статьи использованы некоторые материалы Г. Ключарева и Р. Нуреева.

Латова Наталья Валерьевна – кандидат социологических наук, научный сотрудник Института социологии РАН.

Латов Юрий Валерьевич – кандидат экономических наук, доктор социологических наук, ведущий научный сотрудник Академии управления Министерства внутренних дел РФ.

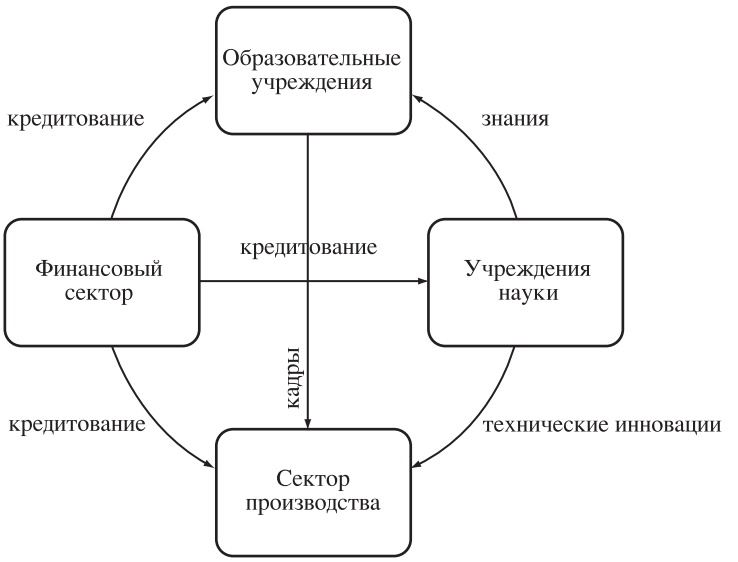

Рис. 1. Структура технонауки.

Понятийный аппарат анализа развития технонауки

Очень часто проблему национальной технологической отсталости понимают как отставание в развитии научных знаний, как отсутствие гениальных открытий и изобретений. Эта подмена ярко видна, например, в популярной книге В. Мединского о "вековой технической отсталости" [Мединский, 2010], где "миф" о технической отсталости дореволюционной России опровергается перечнем многих знаменитых русских ученых и изобретателей – Д. Менделеева, Н. Лобачевского, А. Лодыгина, С. Мосина, И. Сикорского и других. Однако отечественная наука может быть замечательной, а страна, тем не менее, технически отсталой. Техническая отсталость/модернизированность национальной экономики определяется развитием в стране не *науки* как таковой, а *технонауки*.

На классическом примере истории лампочки накаливания хорошо видно отличие прикладной науки, ориентированной на принципиальное решение проблемы *производства* нового товара, от технонауки, ориентированной на *массовое производство* нового товара. В предреволюционной России прикладная *наука* находилась на весьма хорошем (по международным стандартам) уровне. В доказательство сошлемся на хрестоматийные факты истории электроиндустрии, которая эволюционировала от производства дуговых ламп к производству привычных для нас ламп с нитями накала. Т. Эдисона не без оснований упрекают в том, что он в 1870-е гг. "не очень честно" запатентовал дуговую "свечу Яблочкова" как свое изобретение. Патент на вольфрамовую нить руководимая Эдисоном "Дженерал электрик" покупала в 1900-е гг. у другого русского ученого-изобретателя – Лодыгина.

Однако российская *технонаука* решительно проигрывала: отечественные изобретатели не могли довести свои открытия до стадии массового производства. Так, основанное в 1870-е гг. П. Яблочковым "Товарищество Яблочков-изобретатель и К°" испытывало острый недостаток капиталов и в конце концов закрылось, разорив изобретателя. "Русское товарищество электрического освещения Лодыгин и К°" тоже быстро обанкротилось; к тому же близость Лодыгина к преследуемым народникам вынудила его в 1880-е гг. надолго уехать за границу, где он и запатентовал знаменитую лампочку с вольфрамовой нитью. Поэтому "электрификацию всей России" большевикам пришлось осуществлять уже в 1920-е гг., активно закупая электрооборудование за

рубежом. От импорта советское энергостроение смогло избавиться только в 1930-е гг., когда в Советской России не только появились предприятия по производству энергооборудования, но и сформировалась относительно многочисленная техническая интеллигенция.

На примере истории элетроэнергетики хорошо видно, что развитие технонауки напрямую зависит от взаимодействия науки с другими сферами общества. Более конкретно, речь идет о взаимодействии научно-образовательных учреждений с предприятиями реального и финансового секторов (см. рис. 1). Это комплексное единство "науки–производства–образования–финансирования" и называют *технонаукой* (*technoscience*) – качественно новой стадией развития науки как сферы жизни общества (см., например, [Андреев, 2011]). Введенное в оборот в 1970–1980-е гг. бельгийским специалистом по философии техники Ж. Хотту понятие технонауки выражает *неразрывное переплетение собственно исследовательской и образовательной деятельности с практикой создания и использования современных инновационных наукоемких технологий*.

Технонауку как производство наукоемких производственных инноваций необходимо отличать от *наукосферы – сферы производства научных знаний* (научных инноваций). Долгое время технонаука была отделена от наукосферы, лишь в последние 50–60 лет в наиболее развитых странах наукосфера стала частью технонауки (см. [Горохов, 2008; Ключарев, 2012])[1].

Анализируя развитие наукосферы (науки как сферы общественной жизнедеятельности) с древнейших времен до наших дней, можно выделить четыре основных исторических этапа ее формирования (см. табл. 1), которые совпадают с основными эпохами развития производства с точки зрения теорий постиндустриального общества. Это эпохи:

– до промышленной революции (с древности до XVIII в.);
– первой промышленной революции (конец XVIII в.–начало XIX в.);
– второй промышленной революции (конец XIX в.–начало XX в.);
– научно-технической революции (с последней трети XX в. до наших дней).

На каждом из этих этапов существовала особая институциональная система взаимоотношений между производством, наукой, образованием и финансированием. Сначала все эти четыре сферы развивались почти изолированно. Во время промышленной революции постепенно укрепляются взаимосвязи науки и производства, а также формируется синтез науки и образования. Во время второй промышленной революции происходит соединение науки и производства. Только в эпоху НТР к триаде "производство–наука–образование" добавляется финансовый сектор, где сформировались специальные институты поддержки наукоемкого бизнеса (венчурное финансирование), и образования, ориентированного на производство (образовательные кредиты). Рассмотрим теперь основные этапы эволюции наукосферы, чтобы понять, как формировались эффективные "правила игры" для производства инноваций.

Инновации в эпоху обособленного развития производства и науки

Соединение производства с научными исследованиями началось лишь примерно 150 лет назад. Во время всей предыдущей истории человечества эти две сферы деятельности шли разными путями, слабо или совсем не влияя друг на друга.

Доиндустриальный период (до промышленной революции). В доиндустриальных обществах производство совершенствовалось медленно и, как правило, методом проб и ошибок, шаг за шагом. Ведь производственной и научной деятельностью занимались представители очень разных социальных групп: наука (производство знаний)

[1] Строго говоря, технонаука и наукосфера в современном мире соотносятся как пересекающиеся круги Эйлера: сохраняется (хотя и в относительно незначительных масштабах) производство инноваций без непосредственной опоры на науку (так работают, в частности, японские кружки качества) и есть научная деятельность (некоторые разделы фундаментальной науки), не имеющая непосредственно прикладного значения.

рассматривалась как занятие высокообразованных представителей элитных слоев, в то время как созданием потребительских благ занимались необразованные "простолюдины" (низкостатусные крестьяне и ремесленники или даже рабы). Древность и Средневековье породили много ученых и немало изобретателей, однако соединение в одном лице ученого и изобретателя наблюдалось крайне редко. Архимед – едва ли не единственный пример такого соединения, причем трудно с уверенностью говорить о реальном его влиянии на развитие "повседневных" технологий (скажем, "архимедов винт" хотя и приписывают Архимеду, но вряд ли является его изобретением).

Таблица 1

Этапы формирования наукосферы

Этапы формирования наукосферы	Развитие производства	Развитие науки	Взаимодействие производства и науки	Развитие образования	Развитие финансовой сферы
Совершенствование производства методом проб и ошибок (до эпохи промышленной революции)	Очень медленное внедрение инноваций	Наука, как правило, оторвана от производства	Обособленное развитие производства и науки	Образование не ориентировано на производство и обособлено от науки	Отсутствие финансирования науки и образования
Совершенствование производства гениальными самоучками (первая промышленная революция)	Ускоренное внедрение инноваций	Наука обеспечивает основу для изобретательства и обучения		Образование ориентировано на машинное производство и соединено с наукой (первая университетская революция)	Финансирование изобретательства почти исключительно частными инвесторами
Совершенствование производства ученными-изобретателями (вторая промышленная революция)		Наука непосредственно включается в генерирование производственных инноваций	Синтез производства и науки		
Соединение производства с наукой (научно-техническая революция)	Непрерывное внедрение инноваций			Образование ориентировано на наукоемкое производство, соединено с наукой и производством (вторая университетская революция)	Венчурное финансирование, образовательные кредиты

Общепринятые культурные нормы были скорее тормозом, чем стимулом инноваций: преобладало представление об "идеальном прошлом" ("золотом веке"), где люди жили просто и счастливо, и которое различными нововведениями можно лишь отдалить. Эта устремленность в "светлое прошлое" сильнее заметна в индуистской, конфуцианской и исламской цивилизациях. Идея "стрелы времени" (устремленность в "светлое будущее") органична только для христианства, что, возможно, и объясняет первенство европейских (христианских) стран в генерировании инноваций – как технических, так и институциональных. Не случайно французским медиевистом Ж. Гимпелем в 1970-е гг. высказывалась гипотеза, что "нулевая" промышленная революция наблюдалась еще в XII–XIII вв., когда широкое распространение получили ветряные мельницы и водяные колеса [Gimpel, 2003]. Тем не менее в средневековой Западной Европе инноваций тоже опасались. Известны примеры, когда изобретателей убивали, поскольку их усовершенствования лишили бы ремесленников работы.

В результате производственные инновации появлялись несистематически, в основном как результат обобщения практического опыта и без письменной фиксации. Некоторым исключением стало лишь строительство (архитектура), и то скорее на уровне "элитных" объектов. Рождение инноваций в результате прежде всего случайных проб и ошибок привело к долгому технологическому первенству Востока над Западом. Вспомним "загадку Нидхема": примерно до XV–XVI вв. изобретения появлялись в Китае существенно раньше, чем в Европе (порох, фарфор, бумага, ткацкие станки, книгопечатание, оспопрививание…); лишь с XVII–XVIII вв. сделанные в Европе открытия (часы, телескоп, пушки, ружья…) опережают китайские технологии. Эту загадку объясняют прежде всего тем, что при генерировании инноваций на основе проб и ошибок (а не научных экспериментов) частота их появления пропорциональна численности населения, поэтому густонаселенные страны Азии должны были обгонять относительно малочисленную Европу[2].

Оторванность вплоть до XIX в. производства от науки привела к феномену "потерянных открытий", который служит основой для многих паранаучных концепций о загадках "допотопных цивилизаций", якобы обладающих высокими знаниями и сложными технологиями (см., например, [Никонов, 2010]). На самом деле доиндустриальные технологии отражали многовековой практический опыт, но отнюдь не высокие знания. Ведь когда в новое время европейцы начали осваивать Восток, то они часто удивлялись совершенству местных товаров, но нигде не обнаружили сколько-нибудь развитых прикладных наук.

Поскольку производство было отчуждено от науки и от специализированного образования, то не следует удивляться исчезновению многих древних технологий: когда алгоритмы какого-то сложного производства хранятся в узкой группе профессиональных ремесленников, передающих свой опыт из уст в уста, неизбежны частые обрывы цепочек передачи производственных навыков. Если, например, группу умельцев истребили завоеватели, или изменились потребности заказчиков, или просто у искусного мастера не оказалось наследников, то незафиксированные открытия пропадут бесследно. Хрестоматийными примерами "потерянных открытий" стали секреты строительства пирамид в древнем Египте или изготовления "греческого огня" в средневековой Византии. Последние примеры такого рода наблюдались даже в эпоху Нового времени в тех странах, которые, как Россия, несколько отстали в своем развитии[3].

Привычная для современного общества функция образовательной системы (особенно ее высших, университетских, звеньев), направленная на закрепление инноваций, для доиндустриальных обществ совершенно не типична. Хотя история европейских университетов тянется со Средних веков (старейшим университетом Западной Европы считается Болонский, основанный в 1088 г.), однако функции средневековых университетов сильно отличались от функций современных. Средневековые университеты хранили и транслировали знания (в основном, по теологии и юриспруденции, реже по медицине), но не претендовали на производство качественно нового знания. Таким образом, *до промышленной революции XVIII в. наукосфера существовала,* но *отсутствовала технонаука как устойчивый социальный феномен*, а *система образования вообще не входила в наукосферу.*

Первая промышленная революция. Лишь в эту эпоху начинается соединение производства с наукой. Такое соединение принимало чаще всего форму активного самообразования тех, кто пытались изобрести новые машины. Научная революция

---

[2] Отличное изложение "загадки Нидхема" дано в монографии [Лин, 2013, с. 43–77].

[3] Яркая иллюстрация "потерянных открытий" – история мозаичного производства/искусства в России. Древнерусский опыт изготовления мозаики, пришедший из Византии, оказался потерян в XIII в. в результате общего упадка русской цивилизации, вызванной монголо-татарским нашествием. Основанное М. Ломоносовым в 1750-е гг. мозаичное производство просуществовало десятилетие и было начисто забыто почти сразу после смерти ученого, который не позаботился о закреплении своих находок. Непрерывное развитие мозаичного дела в России началось только с 1850-х гг., причем искусству мозаики русским мастерам пришлось учиться в Италии: собственные традиции были абсолютно потеряны.

XVI–XVII вв., сформировавшая установку “знание – сила” (Ф. Бэкон), стала важной предпосылкой широкого внедрения инноваций, хотя сила знаний использовалась в производстве обычно совсем не теми, кто эти знания производили.

Изобретателями машин чаше всего выступали “талантливые жестянщики” (типа Дж. Уатта, Дж. Стефенсона, Р. Фултона). Они вовсе не были учеными, но в поисках решения технических проблем активно искали и использовали научную информацию. Характерна в этом отношении история изобретения парового двигателя – главного “движителя” первой промышленной революции. Универсальную паровую машину изобрел в 1760–1780-е гг. шотландский инженер-самоучка Уатт, не получивший никакого специального образования, однако долго работавший мастером научных инструментов (по современному – лаборантом) при университете Глазго, где в общении с профессиональными учеными приобрел много полезных знаний и навыков. Сама работа над эффективной паровой машиной началась после того, как Уатт по долгу службы отремонтировал учебный макет примитивной паровой машины Ньюкомена, обратив внимание на ее многочисленные недостатки [Лесников, 1935]. Подобными же самоучками, использующими уже имеющиеся научные знания, были и все другие изобретатели-инженеры той эпохи.

Изобретательство всегда было рискованным делом, требующим крупных инвестиций, которые могли многократно окупиться, но непонятно когда. История жизни почти всех изобретателей до второй половины XX в. – это история поиска инвесторов и конфликтов с ними. Трудности поиска и неизбежность конфликтов были закономерны, поскольку изобретательство *a priori* связано с риском: даже сам изобретатель в начале пути не знает, когда и насколько прибыльной окажется его идея, да и удастся ли ее вообще воплотить в жизнь. История нового времени свидетельствует, что на одного успешного изобретателя (типа первопечатника И. Гутенберга или первооткрывателя европейского фарфора И. Бёттгера) приходились сотни неудачливых алхимиков и изобретателей “вечного двигателя”. Инвестирование в изобретения осложнялось проблемой принципал-агентских отношений[4]: изобретатель-агент, использующий деньги финансиста-принципала, лучше него понимал риски и вероятность успеха, но был заинтересован обещать финансисту “златые горы” независимо от того, насколько верил сам в грядущий успех. Финансисты имели поэтому веские основания “не совсем” верить обещаниям изобретателей и при любом удобном случае забирать в свои руки судьбу изобретения.

История изобретения книгопечатания в XV–XVI вв. показывает типичные варианты взаимоотношений изобретателей и инвесторов, существовавшие до эпохи НТР. О жизни Гутенберга, в частности, мы знаем в основном по материалам судебных процессов, во время которых частные лица, финансировавшие поиски первопечатника, требовали от изобретателя вернуть им крупные суммы денег. Насколько можно понять из сохранившихся документов, сначала (в 1430-х гг.) Гутенберг разорил одного доверившегося ему инвестора, а потом (в 1450-х гг.) другой финансист разорил Гутенберга, заставив его по итогам судебного процесса расстаться со своей типографией [Немировский, 1989]. Русские первопечатники Ф. Скорина и И. Федоров решали проблему финансирования другим путем. Первый путь – работа по “государственному заказу”, как это делал первоначально (в 1560-х гг.) Федоров, “государственный служащий” Печатного двора Ивана IV. Второй путь – организация типографии на безвозмездные пожертвования православных магнатов-меценатов, как это делали Скорина (в 1510–1520-х гг.) и Федоров после переезда в Речь Посполитую (в 1570–1580-х гг.).

Эти три варианта – кредиты “бизнес-ангелов” (частных инвесторов-предпринимателей), государственное финансирование и спонсорство меценатов – оставались единственными источниками инвестиций в инновации вплоть до 1950-х гг., когда в США появились первые венчурные фонды. Общим правилом стало привлечение частных инвесторов, поскольку два других варианта, строго говоря, не имманентны

[4] О проблеме принципала и агента см., например, [Олейник, 2002, с. 264–270].

для рыночного хозяйства. За спиной почти каждого выдающегося изобретателя стояли кредиторы, рисковавшие своими капиталами (например, за Уаттом – разорившийся Д. Робак и преуспевший М. Болтон, за Р. Фултоном – разорившийся Р. Ливингстон).

Государственное финансирование встречалось гораздо реже, поскольку в ту эпоху правители, увлеченные войнами и политикой, редко разбирались в производственных технологиях. Изобретение Бёттгером в 1700-е гг. производства фарфора на деньги Августа II, курфюрста Саксонии, – едва ли не единственное исключение. Тем не менее государство сыграло в промышленной революции очень важную роль – только не как инвестор, а как защитник интеллектуальных прав собственности.

Взрыв изобретательства во второй половине XVIII в. справедливо связывают с прорывом прежде всего в развитии институциональной среды – с закреплением исключительных прав новатора на использование запатентованного изобретения. Ведь до XVII–XVIII вв. изобретатель стоял перед сложной дилеммой: либо он максимально "секретит" свои разработки, что может привести к их потере для общества; либо он не обращает особого внимания на "режим секретности", рискуя лишиться прав на свое открытие. Леонардо да Винчи пошел по первому пути, поэтому его многочисленные изобретения (шарикоподшипник, велосипед и т.д.) остались в основном на страницах леонардовых "кодексов" (записных книжек) и не оказали почти никакого влияния на развитие техники. Гутенберг пошел по второму пути; в результате потомки долгое время считали изобретателем книгопечатания не его, а финансиста Фуста, который по суду забрал у изобретателя типографию и стал основоположником книгоиздательского бизнеса.

Ситуация начала качественно меняться только после формирования патентного права. Хотя историю патентов отсчитывают от закона, принятого в Венеции еще в 1474 г., однако эффективная правовая защита монополии изобретателя впервые была обеспечена в Великобритании, где в 1624 г. приняли "Статут о монополиях", по которому патент в течение 15 лет защищал исключительные права изобретателя. Впрочем, история родоначальника британской ткацкой индустрии Р. Аркрайта показывает, что патентная система в эпоху первой промышленной революции даже в Англии функционировала еще далеко не идеально: под конец его жизни в 1780-е гг. обнаружилось, что Аркрайт не столько изобретал, сколько воровал чужие изобретения. Таким образом, эпоха первой промышленной революции дает следующую формулу технонауки: это *использование ранее открытых научных знаний + помощь частных инвесторов + национальная защита прав собственности изобретателя.*

Первая университетская революция. Почти одновременно с промышленной революцией произошла, назовем ее так, "*первая университетская революция*" – соединение образования с наукой в классических ("гумбольдтовских") университетах. Точкой отсчета этого процесса можно считать кризис европейских университетов на рубеже XVIII–XIX вв. Необходимость реформ университетского образования подчеркивалась еще просветителями XVIII в. Они указывали на слабую связь абстрактно-теоретических выкладок университетских преподавателей, далеких от открытий современной им науки, с практической деятельностью, которая ожидала студентов вне университетских стен [Андреев, 2009]. С началом первой промышленной революции университетское образование стало проигрывать в конкуренции специализированным высшим школам с их сугубо практической направленностью. Образцовым примером таких учебных заведений была основанная в 1794 г. парижская Политехническая школа: она готовила в первую очередь инженеров, но "попутно" и многих выдающихся ученых – С. Пуассона, Г. Кориолиса, А. Карно и др. Хотя подобные высшие школы в технонауку тогда еще не входили, они были многообещающим "заделом" для будущего сближения прикладной науки и производства инноваций. Что же касается европейских университетов, то на рубеже XVIII–XIX вв. их число сокращается почти вдвое; их начинают считать не стимулом, а тормозом развития.

Статус институционализированной модели, названной позднее моделью классического университета, получил основанный в 1809 г. Берлинский университет Фридриха

Вильгельма, основанный на идеях и взглядах К.В. фон Гумбольдта. Эта новая модель получила название "гумбольдтовского" университета (иногда говорят о немецкой модели университета, которая пришла на смену средневековой французской [Андреев, 2003]). Фундаментальным принципом университета Гумбольдта стало единство исследования и преподавания. Тем самым была зафиксирована наиважнейшая функция учреждений высшего образования – не только *передавать*, но и *умножать* научные знания. Сформировалась устремленность университетского обучения на постоянный научный поиск, в который должны быть вовлечены как преподаватели, так и студенты. Сплав учреждений образования и учреждений науки мыслился как тесная связь университетов с собственно исследовательскими институтами (Академиями наук) [Гумбольдт, 2002].

Долгое время ученые полагали, что решающую роль в становлении классического немецкого университета, ставшего прообразом классических университетов и других стран мира, сыграла личность самого Гумбольдта. Однако сейчас все чаще можно встретить критическое отношение к "гумбольдтовскому мифу" [Андреев, 2004; Эш, 2013]. Критики отмечают, что некоторые институциональные структуры и практики, рассматриваемые как часть "гумбольдтовского университета", на самом деле возникли заметно раньше. Для сравнения можно вспомнить открывшийся в 1734 г. Гёттингенский университет, который еще в XVIII в. заложил основы "гумбольдтовских" институтов – соединения университетского образования с окружающей его инфраструктурой науки. Однако в XIX в. Гёттингенский университет резко снизил свое значение, поскольку в 1830-х гг. в Ганновере произошла смена политического режима, и новый король взял курс на свертывание либеральных институтов, включая и университетские инновации.

Берлинскому университету, в отличие от Гёттингенского, повезло куда больше: ценности, провозглашенные основателями Берлинского университета в начале XIX в., стабильно воспроизводились и в дальнейшем. Важность единства образования и исследований в новой модели университета подчеркивал, например, в 1877 г. в своей речи при вступлении в должность ректор Берлинского университета Г. Гельмгольц: "Мы стремимся, чтобы по мере возможности занятия проводили только учителя, показавшие, что они и сами способны внести вклад в науку; мы считаем, что для учителя это наиважнейшая способность" [Гельмгольц, 2003]. Личность самого Гельмгольца, который вошел в историю науки как знаменитый физик и физиолог, хорошо иллюстрирует реализацию установки на соединение высшего образования с наукой. Именно в период первой университетской революции формируется неформальный стандарт жизни современного ученого, который делит свою жизнь между преподаванием в университетах и собственно научными исследованиями.

Уже во время первой университетской революции актуализировалась проблема тиражирования образцовых моделей взаимодействия элементов наукосферы – импорта институтов. Многие ученые полагают, что именно немецкий (гумбольдтовский) университет стал отправной точкой для развития университетов в США и Японии [Андреев, 2004]. Однако существует и альтернативное мнение: конкретные воплощения первой университетской революции во многом определялись культурным контекстом страны [Anderson, 2004]. Другие страны заимствовали не всю систему немецких университетов и даже не ее отдельные элементы (которые были тесно связаны со спецификой национального развития Германии), а конкретную идею – идею исследовательского университета. Таким образом, в результате первой университетской революции в наукосферу входят высшие учебные заведения. Складывается формула: *наукосфера = специализированные научные организации + высшие учебные заведения.*

Инновации в эпоху синтеза производства и науки

Сближение производства знаний и производства технологических (в широком смысле слова) инноваций происходило на протяжении примерно столетия. Синтез

этих двух потоков произошел сначала на основе новейших достижений в физике, но затем охватил и другие науки, прежде всего психологию, химию и биологию. Это сближение прошло две фазы: принято выделять начавшуюся с 1950–1960-х гг. научно-техническую революцию (НТР), реже выделяют вторую промышленную революцию рубежа XIX–XX вв.

Вторая промышленная революция. В последней трети XIX в. происходит принципиально важный сдвиг в "правилах игры" по производству инноваций. В этот период, еще до НТР, наука становится, наконец, непосредственной производительной силой: изобретателей-инженеров вытесняют изобретатели-ученые. Изменение субъекта инноваций связано прежде всего с тем, что в результате усложнения производства изобретательство, развивающееся на основе научного экспериментирования, стало "по плечу" только людям с научным складом ума, хотя и не обязательно профессиональным ученым.

Этот сдвиг хорошо прослеживается по популярным и в наши дни произведениям основоположников научной фантастики. Скажем, в ранних произведениях Ж. Верна изобретателями выступают инженеры ("С Земли на Луну", "Таинственный остров"), в поздних их сменяет фигура "гениально-безумного ученого" ("Пятьсот миллионов бегумы", "Робур-завоеватель", "Флаг родины"), которая становится главной в романах Г. Уэллса ("Человек-невидимка", "Машина времени").

На рубеже XIX–XX вв. непрерывно появляется новая техника, основанная на передовых научных открытиях. Резко сокращаются сроки от открытия до внедрения его результатов в массовое производство готовой продукции: раньше массовизация технических новинок происходила, как правило, уже после смерти изобретателя, теперь – через пару десятков лет после открытия.

В качестве примера быстрой массовизации технических инноваций можно сослаться на знаменитую электрификацию. Как известно, В. Ленин в 1920 г. предложил красивую формулу, что "коммунизм есть советская власть плюс электрификация всей страны". В советские времена было принято восхищаться мудростью вождя, который в деревенской стране в период, о котором Уэллс писал в книге "Россия во мгле", прозорливо глядел в светлое будущее. На самом же деле в этой красивой формуле отразилась не столько прозорливость вождя революции, сколько отставание России. Ведь в развитых государствах того времени "электрификация всей страны" *уже* стала свершившимся фактом: так, в США доля электрифицированных промышленных машин во всем промышленном парке увеличилась с 4% в 1899 г. до 53% в 1919 г. [Нуреев, 2013, с. 125]. Опыт СССР показал, что даже отстающие страны могут, пользуясь опытом передовых государств, осуществлять *очень* быстрое внедрение технических новинок – в частности, когда Уэллс через полтора десятилетия снова приехал в СССР, то с изумлением убедился, что электрификация России, намеченная планом ГОЭЛРО, успешно состоялась, причем "с опережением и перевыполнением".

Уже на рубеже XIX–XX вв. постепенно усиливается коллегиальный характер научного изобретательства. Именно этим объясняется, например, тот парадоксальный факт, что самоучка Эдисон, не получивший даже систематического школьного образования, оказался гораздо более эффективным изобретателем, чем выпускник Грацского технического университета Н. Тесла. Разгадка в том, что Эдисон был не только (по мнению критиков – и не столько) талантливым изобретателем, но и талантливым организатором деятельности научно-производственных коллективов, состоящих из высокопрофессиональных ученых [Лапиров-Скобло, 1960]. Постепенно заочное содружество ученых-изобретателей разных стран сменяется работой локальных научно-производственных коллективов, стремящихся оповещать мир только о готовом продукте, но не о промежуточных успехах. В 1940–1950-е гг. американский и советский

атомные проекты убедительно показали, что время гениальных изобретателей-одиночек (типа А. Попова в России, Р. Дизеля в Германии или Н. Теслы в США) ушло в прошлое.

На рубеже XIX–XX вв. качественно расширяется само понимание производственных инноваций – под ними начинают понимать не только применение наукоемких машин, но и методов научной организации труда, производства и управления, основанных на знаниях психологии, физиологии и социологии. Работы и эксперименты американца Ф.У. Тейлора, основоположника научного менеджмента, уже в 1890-е гг. убедительно показали, что можно иметь заурядную технику, но при этом за счет эффективной организации труда получать высокие результаты. Соединение Г. Фордом принципов научной организации труда с машинной техникой привело в 1910-е гг. к формированию конвейерного производства, резко удешевляющего себестоимость товаров при сохранении высокого качества. Следующим этапом развития научного менеджмента стали на рубеже 1920–1930-х гг. знаменитые Хоторнские эксперименты Э. Мейо, которые привели к открытию высокого экономического значения "человеческих отношений".

Ускорение и глобализация производственных инноваций формируют новые требования к институциональному обеспечению технонауки. В частности, если во время первой промышленной революции была достаточной защита интеллектуальных прав изобретателя на национальном уровне, то в XX в. потребовалось конструирование системы защиты этих прав уже на общемировом уровне. Многие изобретения совершались разными людьми почти одновременно. Это вызывало "войну патентов", в которых выигрывали часто не те, кто первыми изобрели, а те, кто настырнее отстаивали свои права и быстрее пускали изобретение в производство. Например, первенство в изобретении телефона было окончательно установлено более чем через 100 лет после самого изобретения (не А. Белл в 1876 г., а А. Меуччи в 1871 г.). Что же касается изобретения радио, то страсти с изрядным привкусом национализма бушуют до сих пор (итальянец Г. Маркони или русский А. Попов? или, может быть, серб Тесла? или же немец Г. Герц? и т.д.). Первым и до сих пор самым главным международным соглашением в области охраны прав на промышленную собственность стала принятая в 1883 г. Парижская конвенция по охране промышленной собственности. Таким образом, эпоха второй промышленной революции дает следующую формулу технонауки: *технонаука = соединение поиска научных знаний с их промышленным использованием* + как и раньше, *помощь частных инвесторов + международная защита прав собственности изобретателя.*

Научно-техническая революция. В ходе НТР, начавшейся в 1960-е гг., наука окончательно превращается в непосредственную производительную силу. В развитых странах происходит сужение собственно материального производства при одновременном стремительном росте "индустрии знаний". Если в доиндустриальной (аграрной) экономике ведущим элементом была земля, в индустриальной – капитал, то в современной главными лимитирующими факторами постепенно становятся информация (накопленные знания) и человеческий капитал (умение применять и развивать накопленные знания). Ускорение производственного инноваторства существенно сократило срок от открытия до внедрения: если в начале XX в. он составлял в среднем примерно 20–30 лет, то уже в 1950-е гг. сократился до примерно 10 лет, а к концу века – до примерно пяти лет.

На рубеже XX–XXI вв. начался синергетический "взрыв" высоких наукоемких технологий, который был подготовлен начавшейся в 1980-х гг. революцией в области информационных и коммуникационных технологий, последовавшим затем "прорывом" в биотехнологиях и начавшейся в 2000-е гг. революцией в области нанотехнологий. К этому процессу относят также бурное развитие когнитивных наук. Качественно новое взаимодействие технологий называют в наши дни NBIC-конвергенцией

(N-нано, B-био, I-инфо, C-когно), или конвергирующими технологиями. Считается, что именно NBIC-технологии будут иметь исключительное инновационное значение на протяжении всей первой половины XXI в.

Изобретением новых химических и биоматериалов, новых видов энергии, новых форм менеджмента и т.д. занимаются с последней трети XX в. практически исключительно коллективы профессиональных ученых – эпоха гениальных одиночек-самоучек осталась в прошлом. В обзорных изданиях по истории "великих изобретений" последние разделы, посвященные новейшим открытиям (атомная электростанция, пластмасса, Интернет…), практически лишены имен великих изобретателей. Едва ли не последним великим ученым-изобретателем стал американский физик У. Шокли, изобретатель транзистора и создатель теории полупроводников, своего рода "второй Тесла" – тип "гениально-безумного ученого", оказавшимся неудачником в бизнесе. Современная наукосфера уже не слишком нуждается в гениальных одиночках, заменяя их "коллективным ученым-изобретателем", который служит крупной корпорации (возможна ситуация, когда ученый сам возглавляет фирму) или государству. Талантливые изобретатели-одиночки, конечно, полностью не исчезают (яркий пример – венгерский профессор архитектуры Э. Рубик, в 1970-е гг. изобретший знаменитый "кубик Рубика"), однако инновации одиночек существенно менее значимы, чем коллективные изобретения.

Во второй половине XX в. появились качественно новые финансовые инструменты поддержки наукоемких исследований. На начальных этапах развертывания НТР ученые-изобретатели либо опирались на государственное финансирование (особенно, если инновация имела отношение к национальной обороне), либо прибегали к стандартному поиску частных инвесторов – "бизнес-ангелов". В частности, современная атомная индустрия во всех странах развивается под государственным покровительством, а производство кремниевых полупроводников Шокли и его коллеги в 1950-е гг. налаживали на деньги частного предпринимателя А. Бекмана. Только в 1960-е гг. в США появляются специальные венчурные фонды, готовые финансировать научно-исследовательские проекты с умеренным уровнем риска. Однако при высоком уровне риска инноваторам по-прежнему остается надеяться на "бизнес-ангелов" [Каширин, 2008].

В отличие от традиционной линейной последовательности (фундаментальные исследования – прикладные исследования – НИОКР – опытное производство – серийное производство – реализация продукции) современная технонаука предполагает непрерывное сетевое взаимодействие производителей знаний и технологий (учреждений образования и науки) с их потребителями (учреждениями корпоративного сектора – коммерческими фирмами). Одним из основных факторов такого взаимодействия становится непрерывное образование. Современное понимание технонауки предполагает устойчивую обратную связь между производством и распространением знаний и их воплощением в соответствующих современных технологиях. Таким образом, эпоха научно-технической революции дает следующую формулу технонауки: *технонаука = единство поиска знаний с их производственным использованием и с опережающим обучением + развитие венчурного бизнеса* + как и раньше, *международная защита прав собственности изобретателя*.

Вторая университетская революция. Параллельно с НТР происходил новый качественный сдвиг в системе высшего образования, который можно назвать "*второй университетской революцией*". Сущность этого сдвига – переход от классического университета, соединяющего образование и науку, к постклассическому, соединяющему науку, образование и производство. Можно сказать, что если немецкая ("гумбольдтовская") модель университета была нацелена, помимо традиционной функции передачи знаний, на генерирование *научных* инноваций, то современная американская – на генерирование *научных и производственных* инноваций (см. табл. 2).

Таблица 2

Основные исторические типы высших учебных заведений (университетов)

Характеристики	Доклассический университет (французская мдель)	Классический университет (немецкая модель)	Постклассический университет (американская модель)
Исторический период	XI–XVIII вв.	XIX – середина XX в.	Со второй половины XX в.
Нормативный образец	Парижский университет	Берлинский университет	Стэнфордский университет
Цели деятельности	Сохранение и передача знаний	Сохранение и передача знаний, генерирование научных инноваций	Сохранение и передача знаний, генерирование научных и производственных инноваций
Место в системе наукосферы	Обособлен от науки	Часть наукосферы	
Место в системе технонауки	Обособлен от производства		Часть технонауки

Вторая университетская революция связана с очередным кризисом университетского образования, который наступил во второй половине XX в. Если первый кризис был связан с тем, что университеты должны были *поднять* планку качества образования и перейти на новый образовательный уровень, то второй кризис основывался на том, что университетам стало катастрофически не хватать ресурсов, чтобы *поддерживать* качественные образовательные стандарты.

Краеугольным камнем стал институт государственного финансирования высшего образования, типичный для классических университетов. В условиях роста бюджетных дефицитов и государственных долгов финансирование исследовательских университетов становилось слишком обременительным для государства. О неблагоприятной ситуации в сфере высшего образования, связанной с нехваткой финансирования, начинают писать ученые, говоря при этом о "депрессии высшего образования" [Cheit, 1971], о "сокращении, перераспределении и экономии", типичных для бюджетного финансирования вузов [Mortimer, Tierney, 1979]. Канадский исследователь Б. Ридингс в книге с красноречивым названием "Университет в руинах" (1996 г.) указывал, что современное государство уже не считает финансирование вузов своим приоритетом: "Университет аналогичен ряду других институтов … которые сталкиваются с перспективой массового сокращения финансирования со стороны все более слабых государств, уже не являющихся привилегированными местами инвестирования общественной воли" [Ридингс, 2010, с. 30].

Новые условия существования университетов поставили их перед выбором: либо понизить планку предоставляемого образования (как это во многом произошло в постсоветской России), либо искать возможности привлечения дополнительных ресурсов для обеспечения научного и образовательного процессов, становясь частью рыночных отношений. Второй путь в среде ученых стал определяться посредством понятия "академический капитализм", введенного в 1997 г. американскими учеными Ш. Слотер и Л. Лесли. Они объясняли его следующим образом: "Чтобы сохранить или увеличить ресурсы, преподаватели должны были все в большей степени конкурировать за внешние доллары… Мы называем рыночную или рыночно-подобную деятельность организации и преподавателей по привлечению внешних денежных средств академическим капитализмом" [Slaughter, Leslie, 1997, p. 8]. Вариантов такого академического капитализма довольно много. Слотер и Лесли называют следующие: рыночно-ориентированные исследования, исследовательские гранты и контракты, сервисные контракты, партнерства с промышленностью и правительством, трансфер технологий, а также

привлечение большего числа студентов, способных предложить более высокую плату за обучение. Целью университетов становится трансформация новых научных идей и открытий в коммерческую продукцию.

Если символом первой университетской революции начала XIX в. был Берлинский университет, то вторую в 1950-е гг. возглавил Стэнфордский университет, расположенный в центре знаменитой Кремниевой долины [TaJnai; Льюис, 2004]. Именно он реализовал первый (и до сих пор самый успешный) опыт коммерциализации имеющихся у университетов ресурсов. Возникновение ключевой инновационной идеи и, как следствие, новой модели университета связано с именем конкретного ученого – Ф.Э. Термана, который предложил сдать излишек университетской территории в долгосрочную аренду. Ключевым моментом этой идеи стал отбор арендаторов, которыми должны были стать не те, кто предложат за аренду больше денег, а высокотехнологичные компании. В результате университет не только получал доход от аренды, но и обеспечивал работой своих выпускников. В 1951 г. Терман возглавил работу по созданию Стэнфордского индустриального парка, соединяющего генерирование научных идей, прикладные разработки и реализацию научных результатов в производство. Стэнфордский научно-исследовательский парк стал образцом "академического капитализма". Это начинание заложило фундамент Кремниевой (Силиконовой) долины – лучшего инновационного (научно-производственного) кластера планеты.

Опыт Стэнфордского университета стал образцом для стран Европы и Азии. Тем не менее пока "ни в одной стране никому так и не удалось создать такую же эффективную систему по производству и внедрению инноваций, так же удачно связать ученых, предпринимателей и финансистов, как в Америке" [Лукьянчиков, Щукин, 2010]. Можно увидеть аналогию с Гумбольдтовским университетом: скопировать систему целиком оказалось невозможно, поэтому стали предприниматься попытки использования идеи с учетом местных особенностей.

Например, в Западной Европе технопарки не смогли завоевать популярность среди крупных высокотехнологичных компаний. Сближение университетов с производством привело здесь к возникновению нового образования – инкубаторов, предназначенных для *начинающих* инновационных компаний. Инкубаторы предоставляли производственные помещения, обеспечивали набором услуг, связью с финансовыми кругами, местным университетом или научным центром. В Восточной Азии (Япония, Тайвань, Южная Корея, Китай) технопарки зачастую стали принимать вид технополисов, то есть больших градостроительных проектов со своими жилыми районами и развитой инфраструктурой. Если в США технопарки развиваются как коммерческие проекты, то в Восточной Азии – как государственные, а в Западной Европе – как нечто среднее. Можно сказать, что различия национальных моделей организации производства инноваций отражают различия национальных моделей экономики как таковых.

При попытках тиражировать опыт Кремниевой долины провалы наблюдаются не только в развивающихся странах, но и в развитых странах, и даже в других регионах самих Соединенных Штатов (см., например, [Топчеев, 1998]). Сборка воедино четырех компонентов "производство–наука–образование–финансы" на фундаменте соответствующей институциональной среды оказалась очень трудным процессом – не поточным, а буквально штучным. Подобно тому, как под вопросом находится возможность постиндустриального общества в качестве общемирового феномена, и инновационные кластеры, где наукосфера и технонаука сливаются друг с другом, остаются пока относительно редкими экономическими феноменами.

Таким образом, в результате второй университетской революции элементом наукосферы стали предприятия, производящие наукоемкую продукцию. Современную организационную структуру наукосферы можно описать так: *наукосфера = специализированные научные организации + высшие учебные заведения + наукоемкие предприятия.*

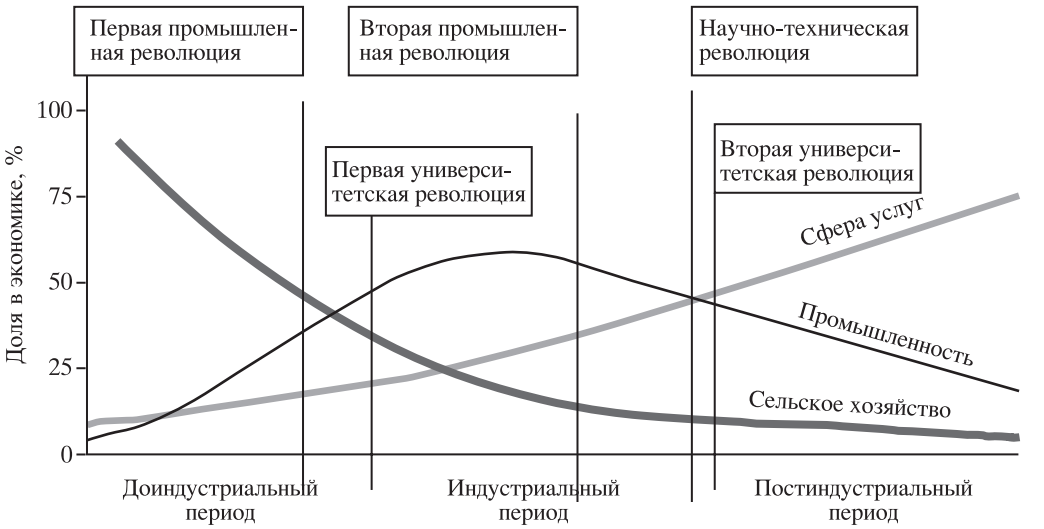

Рис. 2. Основные исторические эпохи развития производства.

Завершая наш обзор развития синтеза производства и науки, следует отметить, что наиболее крупные качественные сдвиги в производстве вызывают качественные сдвиги и в системе высшего образования, готовящего производственные кадры. История демонстрирует (см. рис. 2), что промышленная и научно-техническая революции сопровождались университетскими революциями, принципиально меняющими роль университетов в экономике. (Вторая промышленная революция университетской революции не инициировала, поскольку была явлением меньшего масштаба, чем промышленная и научно-техническая революции.) Поэтому если современная Россия стремится "вписаться" в НТР, она должна готовиться и ко второй университетской революции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреев А.Ю. Гумбольдтовская модель классического немецкого университета // Новая и новейшая история. 2003. № 3.

Андреев А.Ю. "Гумбольдтовский миф" и дискуссии о модели классического университета в современной зарубежной историографии // Харьковский историографический сборник. Харьков, 2004. Вып. 7.

Андреев А.Ю. Российские университеты XVIII–первой половины XIX в. в контексте университетской истории Европы. М., 2009 (http://www.razlib.ru/istorija/rossiiskie_universitety_xviii_pervoi_poloviny_xix_veka_v_kontekste_universitetskoi_istorii_evropy/index.php).

Андреев А.Л. Технонаука // Философия науки. 2011. Вып. 16. (http://gtmarket.ru/laboratory/expertize/5993).

Гельмгольц Г. Об академической свободе в немецких университетах // Отечественные записки. 2003. № 6 (15) (http://www.strana-oz.ru/2003/6/ob-akademicheskoy-svobode-v-nemeckih-universitetah).

Горохов В.Г. Проблема технонауки – связь науки и современных технологий // Философские науки. 2008. 2008. № 1.

Гумбольдт К. фон. О внутренней и внешней организации высших научных заведений в Берлине // Неприкосновенный запас. 2002. № 2(22) (http://magazines.russ.ru/nz/2002/22/gumb.html).

Каширин А.И. Венчурное инвестирование в России. М., 2008.

Ключарев Г.А. Технонаука в междисциплинарном и общенаучном контексте // Неизбежность нелинейного мира: к 100-летию со дня рождения В.С. Готта. М., 2012.

Лапиров-Скобло М.Я. Эдисон. М., 1960.

Лесников М. Джеймс Уатт. М., 1935.

Лин Д.Й. Демистификация китайской экономики. М., 2013.

Лукьянчиков Г., Щукин А. От технопарков – к городам науки // Эксперт. 2010. № 48 (http://expert.ru/expert/2010/48/ot-tehnoparkov-k-gorodam-nauki/).

Льюис М. Новейшая новинка. История Силиконовой долины. М., 2004.

Мединский В. О русской грязи и вековой технической отсталости. М., 2010.

Немировский Е.А. Иоганн Гутенберг. М., 1989.

Никонов А.П. Предсказания прошлого. Расцвет и гибель допотопной цивилизации. СПб., 2010.

Нуреев Р.М. От свободной конкуренции к олигополии // Terra Economicus. 2013. № 3.

Олейник А.Н. Институциональная экономика. М., 2002.

Ридингс Б. Университет в руинах. М., 2010.

Топчеев В.Ю. Многие регионы пытаются повторить чудо "Селиконовой долины", но без успеха // Науковедение. Реферативный журнал. 1988. № 1.

Эш М. Бакалавр чего, магистр кого? "Гумбольдтовский миф" и исторические трансформации высшего образования в немецкоязычной Европе и США // Новое литературное обозрение. 2013. № 4 (http://www.nlobooks.ru/ node/3769#_ftn1).

Anderson R. Before and after Humboldt: European Universities between the Eighteenth and the Nineteenth Century // History of Higher Education Annual. 2004. № 20.

Cheit E.F. The New Depression in Higher Education. A Study of Financial Conditions at 41 Colleges and Universities. Berkeley, 1971.

Gimpel J. The Medieval Machine: the Industrial Revolution of the Middle Ages. New York, 2003.

Mortimer K.P., Tierney M.L. The Three "R's" of the Eighties: Reduction, Reallocation and Retrenchment. AAHEERIC Higher Education Report. No. 4. Washington, 1979.

Roco M.C., Bainbridge W.S. Converging Technologies for Improving Human Performance. WTEC. 2002.

Slaughter S., Leslie L.L. Academic Capitalism. Politics, Policies and the Entrepreneurial University. Baltimore, 1997.

TaJnai C.E. The Father of Silicon Valley. (http://www.netvalley.com/silicon_valley/Fred_Terman_Father_of_Silicon_Valley.html).

© Н. Латова, Ю. Латов, 2014