

Д. Л. САПРЫКИН

«ЗОЛОТОЙ ВЕК» ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ И «КЛАССИЧЕСКАЯ» КОНЦЕПЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье исследуется история становления в XIX и XX вв. традиционной европейской концепции инженерного и естественно-научного образования, а также особенностей российского варианта этой концепции. Особое внимание уделяется возникновению в начале XX в. в Германии и России идеи физико-технического образования, оказавшей большое влияние на подготовку инженеров-физиков в ведущих странах мира, а также появление специфической «системы физтеха» в СССР. В работе представлен анализ «больших циклов» развития отечественной науки и техники, а также ключевое значение «интеллектуального прорыва» начала XX в. в Российской империи как фактора научно-технических достижений минувшего столетия.

Ключевые слова: инженерное образование, идея университета, система физтеха, длинные волны, Первая мировая война, технические университеты, национальные модернизации, инновационный цикл развития.

Начало «золотого века» отечественного естествознания и техники можно условно обозначить 1869 годом (открытие Д. И. Менделеевым периодического закона), а конец – 1961-м (полет Ю. А. Гагарина в космос). До его наступления русские ученые и инженеры добивались лишь единичных достижений по-настоящему мирового уровня, после него уже несколько десятилетий продолжается постепенная сдача завоеванных ранее позиций (хотя мы надеемся, что сейчас тенденция переломится). В продолжение «золотого века» Россия, наряду с Германией, а затем и с США, находилась в авангарде научно-технического прогресса и отечественным ученым и инженерам принадлежала выдающаяся роль как в разработке теоретических основ многих естественных наук, так и в реализации крупнейших технических достижений в области нефтепереработки и органической химии, инженерной механики, металлургии и индустрии материалов, современной электротехники и энергетики, радиотехники и телевидения, авиа- и ракетостроения, космической и атомной индустрии, в прикладной математике и вычислительной технике, биологии, медицине и агротехнологиях.

Очевидно, что научно-образовательные институты, инфраструктура и инвестиции в науку и промышленность являлись существенными предпосылками для достижения высокого уровня развития науки и техники в нашей стране в указанный период. Однако едва ли будет преувеличением сказать, что определяющим здесь был «человеческий фактор» – качество образования тех

ученых, инженеров и техников, которые и были творцами реальных достижений отечественной науки и высокотехнологичной промышленности.

В предыдущей статье¹ мы сосредоточились на истории институтов и количественном аспекте развития инженерного и естественно-научного образования в России. Было показано, что уже накануне революции 1917 г. Россия в институциональном отношении вместе с США и Германией относилась к числу мировых лидеров в данной сфере. Была проанализирована также достаточно сложная трансформация сложившейся в нашей стране системы инженерного образования в 20–30-е гг. XX столетия.

Сейчас мы более подробно сосредоточимся на «качественном» аспекте этого развития: на анализе концепции научно-технического образования и идеального образа инженера.

Концепция образования

В. Гейзенберг в своей речи «О соотношении гуманитарного образования, естествознания и западной культуры» выделяет три аспекта традиционного европейского понимания образования и культуры. Во-первых,

вся наша культурная жизнь, наши поступки, мысли и чувства коренятся в духовной субстанции Запада, то есть связаны с тем типом духовности, который зародился в Античности, у начала которой стоят греческое искусство, греческая поэзия и греческая философия. Позже, в эпоху христианства, вместе с формированием церкви этот тип духовности претерпел глубокое изменение, чтобы, наконец, на исходе Средневековья, великолепно объединив христианское благочестие с духовной свободой Античности, мысленно охватить весь мир как единый мир Божий и далее, в процессе географических открытий, развития естественных наук и техники, радикально изменить его облик.

Во-вторых,

вся сила нашей западноевропейской культуры проистекает и всегда проистекала из тесной связи практической деятельности с постановкой принципиальных проблем.

В-третьих,

занятие Античностью формирует в человеке такую шкалу ценностей, в которой духовные ценности ставятся выше материальных².

Это высказывание одного из создателей квантовой механики как нельзя лучше отображает определенный консенсус по поводу целей и принципов образования, сложившийся в среде европейских интеллектуалов и государственных деятелей в середине XIX в. и сохранявший значение вплоть до 20-х гг.

¹ Сапрыкин Д. Л. История инженерного образования в России, Европе и США: развитие институтов и количественные оценки // ВИЕТ. № 4. 2012. С. 51–90.

² Гейзенберг В. Избранные философские работы. СПб., 2006. С. 7–8.

XX столетия, когда он был разрушен набравшими силу последствиями политических революций.

Европейская традиция инженерного и естественно-научного образования сложилась благодаря соединению двух начал – быстрого развития естествознания и техники и в основе своей духовной идеи целостного образования человека. Последняя опиралась на древнюю европейскую традицию, возникшую на основе преобразования классического античного культурного наследия исходя из духа христианства. Античное «образование есть не что иное, как последовательно все более одухотворяемая аристократическая форма жизни нации»³, как путь к культивации совершенного человека. В свою очередь, христианское понимание образования осмыслялось как раскрытие в человеке его «царственного достоинства», образа и подобия Божия.

Религиозная идея целостного образования как совершенствования личности и общества через стяжание даров Святого Духа (*spiritus sapientiae, spiritus intellectus, spiritus consilii, spiritus fortitudinis, spiritus scientiae, spiritu pietatis, spiritus timoris Domini* – в латинском варианте), достижение «царственного достоинства человека» по образу Божественного Царя – Христа – составляла один из лейтмотивов мощного движения, видевшего своей целью возрождение «истинного христианства» и затронувшего и протестантские, и католические страны, и православную Россию в XVIII–XIX вв.

В этом же контексте, например, в Германии произошло и формирование самого понятия «образование» (*Bildung*),

с его происхождением, коренящимся в средневековой мистике, его дальнейшим существованием в мистике барокко, его религиозно обоснованной спиритуализацией в «Мессиаде» Клопштока, захватившей целую эпоху, и, наконец, его основополагающим определением Гердером как «возрастания к гуманности»⁴.

Образование в этом смысле означало внутреннее и внешнее «собрание» целостной личности, культивацию ее интеллекта, воли, нравственного и эстетического начал. При этом образование личности понималось одновременно как путь к образованию совершенного общества, семьи, церкви и государства.

Духовная идея целостного образования вдохновляла и создателей новых университетов. Так, уже университет в Галле был тесно связан как с религиозным пиетистским движением, так и философским движением, представленным именами Г. В. Лейбница и Х. Вольфа. Университет в Берлине, созданный при участии В. фон Гумбольдта, Ф. Шлейермахера, И. Г. Фихте и Г. Штеффенса, рассматривался даже как прямое воплощение их философских концепций образования⁵.

Вторым важнейшим аспектом (помимо идеи целостного образования личности и общества) является свобода образования – понимание образования

³ Йегер В. Пайдейя. Воспитание античного грека. М., 2001. Т. 1. С. 31.

⁴ Гадамер Х.-Г. Истина и метод. М., 1988. С. 151.

⁵ Fichte, Schleiermacher, Steffens über das Wesen der Universität. Philosophische Bibliothek. Bd. 120. Mit einer Einleitung herausgegeben Eduard Spranger. Leipzig, 1910.

как свободного, имеющего цель в самом себе. Оно исторически имело весьма разные философские и политические интерпретации, но практически из него вытекало, в частности, различие «свободного» общего образования (*liberal education*) и практически «полезного» профессионального обучения (*useful instruction*). Это различие лежит в основе как организационной структуры высших европейских учебных заведений, так и их программ обучения, предполагающих общее научное образование (*wissenschaftliche Bildung, liberal education*) в качестве «фундамента» последующего профессионального образования. Другим аспектом идеи «свободы» образования является его творческий характер, воплощающийся среди прочего в новых формах соединения науки и образования, в том числе через семинары, где студенты под руководством профессора осуществляют самостоятельный и свободный поиск научной истины.

Как я писал в предыдущей статье, изначально на рубеже XIX и XX вв. выдающиеся немецкие мыслители включали инженерное образование в круг «научного образования» (*wissenschaftliche Bildung*). Примером такого подхода являются «образовательные» романы И. В. Гёте «Призвание Вильгельма Мейстера» и особенно «Годы странствий Вильгельма Мейстера»⁶.

Тем не менее исторически как естествознание, так и инженерное дело сначала были исключены из круга *wissenschaftliche Bildung* в возрожденных немецких университетах. Причем естественные науки (химия и физика) завоевали место в круге университетских наук только в 30–40-е гг. XIX в., а инженерные учебные заведения были уравнены с университетами и соотношены с «классической» концепцией научного образования только в 70–80-е гг. того же столетия, а окончательно – лишь на рубеже XIX–XX столетий.

Отчасти это можно объяснить историческими условиями, в которых существовали немецкие государства на протяжении почти всего XIX столетия вплоть до объединения Германии О. Бисмарком. Возможно, играло какую-то роль и культурное противопоставление Германии Франции с ее «утилитаристским» и «позитивистским» представлением об образовании. Ведь во Франции после свержения в конце XVIII в. «старого режима» и уничтожения университетов инженерное образование резко отмежевалось не только от религиозной, но и в целом гуманитарной составляющей, что создало в том числе почву для развития идеологии позитивизма.

⁶ Два главных героя романа (Мейстер и Ярно-Монтан) выбирают призвание врача-исследователя (физиолога) и горного инженера соответственно. В этих двух романах показано также, как обретение героями своего профессионального призвания теснейшим образом сопряжено с их духовным образованием. Причем сам Гёте акцентирует внимание на двух традициях, – с одной стороны, христианского пиетизма, а с другой, – рационалистического масонства: темой каждого из двух романов являются две «царские» истории Ветхого и Нового заветов. Первый роман отсылает к ветхозаветному сюжету «Саула, сына Кисова, который пошел искать ослиц отца своего и нашел царство». Во втором романе такую же роль играет отсылка к евангельскому сюжету о бегстве Младенца-Христа – истинного Царя Израилева – в Египет. При этом сама история есть рассказ о последовательных ступенях инициации в некоем тайном «Обществе Башни», экскурсии в историю которого перемежаются с историями христианских подвижников (например, книга шестая в романе «Годы учения Вильгельма Мейстера» – «Призвания прекрасной души»).

Тем не менее становление инженерного образования, как и европейского «образа инженера», произошло еще до Французской революции и давало определенные предпосылки для его возвращения в круг «свободных наук», целостного и духовного по своей сути образования. Само по себе слово «инженер» восходит к латинскому *ingenium* в классической литературе (например, у Цицерона и Петрония), означающему не только изобретательность, но и способность, талант, остроту ума, культивацию ума и образованность в целом.

Образование инженера, таким образом, должно соединять общую научную подготовку и воспитание особой практической энергичности, способности реализовать свои замыслы и руководить практическим делом. Исторически именно подготовка военных инженеров во Франции в XVIII в. была примером сочетания общенаучного образования и практической подготовки. Революция первоначально уничтожила не только университеты, но и военно-инженерные школы, созданные «старым режимом». Затем, однако, правительство не только восстановило инженеров в правах, но и создало новое учебное заведение – *École polytechnique*, – ставшее образцом для подобных учебных заведений в Европе и впервые систематически реализовавшее принцип общенаучной подготовки как «фундамента» подготовки специалистов.

В то же время революционный отказ от традиционного религиозного и гуманитарного образования при подготовке инженеров был серьезным ударом по «классической концепции» образования, что положило начало конфликта «двух культур» – естественно-научной и гуманитарной, – так красочно описанного Ч. Сноу⁷. Как отмечал Ф. А. фон Хайек, благодаря парижской Политехнической школе

выросло целое поколение, для которого неисчерпаемый клад общественной мудрости – великая литература всех веков (единственная форма, в которой из поколения в поколение передается понимание общественных процессов, достигнутое величайшими умами) – оказался закрытым. Впервые в истории сформировался тип людей, которым, как позже и выпускникам немецких *Realschule* (реальных училищ) или похожих учебных заведений, предстояло сыграть столь важную и заметную роль в конце XIX и в XX веке, – технические специалисты, считавшиеся образованными лишь потому, что они одолели трудный курс обучения, но не имевшие или имевшие очень мало знаний об обществе, его жизни, развитии, проблемах и ценностях – знаний, приобретаемых только при изучении истории, литературы и языков⁸.

Отчасти в результате реакции на такую «бездуховность» французской модели, отчасти в силу определенных социальных причин, описанных в предыдущей статье, естественно-научное и инженерное образование в первые десятилетия XIX в. в Германии и было исключено из круга *wissenschaftliche Bildung* в возрожденных университетах. Лишь в 20–30 гг. XIX в. в немецких университетах (благодаря, в частности, деятельности Ю. фон Либиха

⁷ Сноу Ч. П. Две культуры. М., 1973.

⁸ Хайек Ф. А. Контрреволюция науки. Этюды о злоупотреблениях разумом. М., 2003. С. 144.

и Ф. Э. Нейманна) появились первые лаборатории и семинары по физике и химии. До этого семинары были формой работы профессоров и студентов только в гуманитарных науках. Благодаря деятельности целого ряда выдающихся немецких физиков и химиков (в частности, Р. Бунзена, Г. Гельмгольца, Г. Кирхгофа, В. Фойхта, Г. Герца и других) позиции естествознания в германских университетах значительно укрепились. Но социальный статус инженерного образования в технических школах почти до конца XIX в. был ниже, чем у собственно научного образования в университетах. Еще в 70-е, 80-е и даже 90-е гг. XIX в. между представителями уже наметившихся «двух культур» велась яростная полемика по поводу роли и статуса инженерного и естественно-научного образования.

Тем не менее к концу XIX в. фактически во всех странах Европы преподавание естественных наук и подготовка инженеров велась в рамках концепции «целостного научного образования», о которой сказано выше. Как энтузиасты технического образования, так и их оппоненты стояли, в сущности, на одной почве. Характерный пример такой полемики дает, например, спор между английским естествоиспытателем Т. Г. Хаксли и философом и поэтом М. Арнольдом в начале 80-х гг. XIX в., о которой несколько слов будет сказано ниже.

«Русская версия» образовательной концепции

Культурная ситуация в России весьма способствовала становлению сбалансированной концепции инженерного и физико-технического образования. Здесь, в отличие от Франции, инженерное образование не было противопоставлено традиционному религиозно-гуманитарному образованию. В отличие от Англии и даже Германии в России инженерное образование обладало не меньшим статусом, чем университетское чисто научное. У нас инженерные школы с самого начала находились «под Высочайшим покровительством» и, может быть, даже больше, чем университеты, выражали идею целостного образования.

Концепция технического образования (по поводу которой к концу XIX в. сложился, по-видимому, консенсус, разделявшийся как крупными деятелями науки, так и высшими должностными лицами империи) достаточно ясно выражена как в официальных документах, так и выступлениях должностных лиц и деятелей науки.

В качестве яркого примера можно привести выступления профессора и выдающегося ученого в области механики Виктора Львовича Кирпичева, в разное время занимавшего должность ректора Харьковского технологического и Киевского политехнического институтов, председателя строительной комиссии Санкт-Петербургского политехнического института. Воспитанник Михайловской артиллерийской академии и член «пентагонального кружка» И. А. Вышнеградского⁹, он не только был выдающимся ученым и руководи-

⁹ По свидетельству сына В. Л. Кирпичева академика М. В. Кирпичева, в «пентагональный кружок» кроме И. А. Вышнеградского и В. Л. Кирпичева входили также Н. П. Петров, П. В. Котурницкий и А. П. Бородин (*Кирпичев М. В. Русские паротехники // Вопросы истории отечественной науки. Общее собрание Академии наук СССР, посвященное истории отечественной науки 5–11 января 1949 г. М.; Л., 1949. С. 525–526.*)

телем, стоял у истоков трех крупнейших политехнических институтов, но и через свою педагогическую деятельность, разработанные им подходы к преподаванию, учебные пособия, личное влияние на учеников оказал сильнейшее влияние на развитие обучения инженеров-механиков¹⁰. Он являлся замечательным организатором науки и преподавателем, обладавшим чрезвычайно широким научным и культурным кругозором. В ряде своих «ректорских» выступлений Кирпичев последовательно формулирует вполне определенную концепцию инженерного образования, с одной стороны, опирающуюся на общеевропейскую традицию понимания образования (*Bildung*) как такового, а с другой, – имеющего вполне оригинальные «русские» черты, оказавшие, на мой взгляд, влияние на формирование в XX в. новой концепции инженерно-физического, или физико-технического, образования. Тезисы, высказываемые здесь Кирпичевым, так или иначе повторялись в выступлениях других ученых и инженеров, а также в официальных документах (включая уставы новых институтов и правительственные постановления об их открытии), так что здесь вполне можно говорить о широко разделявшейся концепции инженерного образования.

Она предполагала несколько принципов, которые постоянно повторяет Кирпичев. Один из них сейчас кажется почти очевидным:

При таком быстром развитии техники для того, чтобы быть инженером в настоящем смысле слова, оказывается совершенно недостаточным изучить на практике существующее производство,

поэтому для инженеров «необходимо более обширное и высокое научное образование»¹¹. «Для инженера прежде всего необходима солидная научная подготовка»¹². Благодаря этому

научные познания всегда выведут инженера из затруднения при каждом новом представившемся вопросе и помогут ему быстро освоиться при введении усовершенствования или нового производства. Практики, всю жизнь свою прошедшие в каком-нибудь одном деле и знающие его до тонкости, становятся в тупик перед любым новым вопросом и оказываются бессильными по сравнению с молодым инженером, вооруженным научными сведениями¹³.

Инженер должен был находиться на стыке творческой научной работы и технической практики. В этом принципиальное отличие образования инжене-

¹⁰ Выдающийся реформатор обучения инженеров-механиков в США подчеркивал, что обучая студентов в Мичиганском и Стенфордском университетах он положил в основу курсы И. В. Мещерского и В. Л. Кирпичева, в том числе «Беседы о механике» последнего (*Тимошенко С. П. Воспоминания. Париж, 1963. С. 238, 306*).

¹¹ *Кирпичев В. Л. Задачи высшего технического образования. Речь, произнесенная на публичном акте Харьковского технологического института 15-го сентября 1890 года. Харьков, 1890. С. 6.*

¹² *Кирпичев В. Л. Vivat, Crescat, Floreat. Речь, произнесенная на торжественном акте открытия Киевского политехнического института императора Александра II 31 августа 1898 г. Киев, 1898. С. 7.*

¹³ *Кирпичев. Задачи высшего технического образования... С. 6–7.*

ров от традиционной подготовки «мастеров» и «техников», шедших только от практики, преобладавшей во многих странах и прежде всего в стране – мировом лидере в области промышленности, Англии. Но ситуация резко поменялась, когда фундаментальная наука стала играть в области техники значительную большую роль. В 1890 г. Кирпичев констатирует:

Подготовка же к должности инженера исключительно практикою, многолетней службою на заводах, теперь отживает свой век даже в Англии, где оно прежде было единственным способом образования инженеров¹⁴.

Стоит отметить, что хотя культивация «теоретического мышления» не была самоцелью инженерного образования, особенностью русской инженерной традиции с самого начала была опора на очень сильное базовое математическое и естественно-научное образование. Такой подход был заложен не только французскими инженерами на русской службе, но и первыми крупными русскими математиками М. В. Остроградским и В. Я. Буняковским, стоявшими у истоков становления отечественной инженерной школы в Институте инженеров путей сообщения, Артиллерийском и инженерном училищах и Технологическом институте. Однако долгое время, почти до самого конца XIX в., «мастер, техник-практик шел впереди инженера»¹⁵.

Это было характерной чертой развития английской промышленности, которая достигла выдающегося развития, притом что в стране вплоть до 50-х гг. XIX в. практически отсутствовали институты высшего технического образования, да и накануне Первой мировой войны в этом отношении Англия сильно уступала своим континентальным конкурентам (Германии, России и Франции). Выдающиеся промышленные достижения были делом почти исключительно мастеров, прошедших многолетний практический курс обучения непосредственно на производстве в рамках так называемой *apprenticeship system*. Даже в России тип мастера-самоучки, прошедшего все этапы практического обучения на заводе, играл большую роль вплоть до конца XIX в.

При этом важно понимать, что мастера-практики без систематического высшего образования и научной подготовки нередко были выдающимися специалистами своего дела. Так, характерен рассказ великого ученого-кораблестроителя академика Алексея Николаевича Крылова о Петре Акиндиновиче Титове, выдающемся «карабельном инженере-самоучке». Будучи сыном машиниста парохода Петровской линии, он с 12 лет помогал отцу, затем в 16 лет поступил рабочим на Невский завод, затем

на плаз подручным, с плаза – в заводскую чертежную, а из чертежной – сперва плазовым мастером, а затем помощником корабельного мастера, которым был тогда памятный старым инженерам англичанин Бейн¹⁶.

¹⁴ Там же. С. 7.

¹⁵ Гриневецкий В. И. Об инженерном образовании. Стенограмма доклада обыкновенному собранию Политехнического общества 17 января 1915 года. М., 1915. С. 2.

¹⁶ Крылов А. Н. Воспоминания и очерки. М., 1956. С. 73.

После смерти Бейна Титов был назначен корабельным мастером и руководил постройкой и проектировал разнообразные суда, от фрегатов и клиперов до первых подводных лодок, крейсеров и броненосцев. С 1882 г. он был главным инженером и управляющим верфи Франко-русских заводов. Его деятельность составила целую эпоху в истории русского военного судостроения и получала высочайшую оценку не только русских, но и иностранных коллег. Между тем он формально нигде не учился и по свидетельству Крылова только в последние годы жизни стал серьезно заниматься математикой (начав со школьного курса!). В своей деятельности он руководствовался колоссальным опытом и исключительно развитой интуицией, причем, по рассказам Крылова, мог «на глаз» назначать правильные размеры балок, которые потом подтверждались сложными математическими расчетами¹⁷. На смену таким мастерам, как Титов, в следующем поколении пришли инженеры совершенно другого типа – они имели блестящее научное образование, некоторые из них (как тот же А. Н. Крылов, К. Н. Боклевский, И. Г. Бубнов) были крупными учеными в области прикладной математики и механики.

Эта смена поколений в руководстве техническими предприятиями, это изменение самих принципов организации производства, которое стало «научо-емким», теснейшим образом связано с победой принципа фундаментального научного образования при подготовке инженеров, имевшей место в конце XIX в. Этот принцип тесно связан со вторым: пониманием подготовки инженеров как «свободного образования». Так, в своей речи 1890 г. Кирпичев говорит:

Вся современная техника представляет собою то, что в классической древности называлось несвободными искусствами (*artes illiberales*), которые противопоставались свободным искусствам (*artes liberales*), скульптуре, живописи, музыке. Свободный гражданин не мог заниматься техникой, это считалось постыдным, и вся техника исполнялась лишь рабами [...] Технические искусства и ремесла тогда вовсе не были освещены светом науки, не представляли никакого интереса и не давали никакой пищи уму [...] Какая разница в настоящее время, когда техническая область сделалась достойным полем деятельности мыслящего человека, могущего применить здесь свои нравственные силы и приносить огромную пользу человечеству. Технические науки вошли теперь в цикл свободных искусств и освобождение их от рабства сделано применением к ним науки, осветивший своим блеском прежнюю мрачную область и указывающей скрытые в ней драгоценности. Это применение возвысило технические искусства, сделало их интересными и увлекательными; ими можно теперь заниматься с любовью, а не только из страха жесточайших наказаний, применявшихся к рабочим Древнего Рима¹⁸.

Понятие свободы науки и образования, как указано выше, является одной из важных составляющих концепции образования, сформировавшейся в Европе в XIX в. Ему, в частности, уделяли большое внимание в контексте

¹⁷ Там же. С. 72–79.

¹⁸ Кирпичев. Задачи высшего технического образования... С. 18–19.

размышлений о целях и принципах образования немецкие (например, Кант, Фихте, Шлейермахер, Шеллинг, Гегель) и русские (например, А. С. Хомяков) философы. Цитированные рассуждения Кирпичева, однако, скорее связаны с контекстом дискуссий о целях, принципах и содержании высшего образования, имевших место в Англии. Термин «свободное образование» прямо отсылает к устойчивому английскому выражению *liberal education*¹⁹. Еще более конкретно цитированное рассуждение Кирпичева заставляет вспомнить лекции «Идея университета» Дж. Г. Ньюмена – книги чрезвычайно важной для становления английской, а затем и американской концепции образования,

обеспечившей словарь и сформулировавшей ключевые идеи и идеалы, при помощи которых обсуждаются направление, характер и цели высшего образования в целом²⁰.

В «Идее университета» (лекциях 1852 г., изданных в 1858 г. и переизданных в существенно расширенном виде в 1873 г.) Ньюмен обращается к тому же исходному античному противопоставлению «свободных» и «несвободных» искусств и, развивая его, формулирует понятие «свободного образования» (*liberal education*) как культивации интеллекта посредством свободных занятий и наук, имеющих «цель в себе самих». От этого класса свободных занятий Ньюмен отличает «не низший, но различающийся класс полезного (*useful*)», направленного на достижение внешних целей. К этому последнему классу «полезных», но не «свободных» занятий Ньюмен относит и всю «бэконовскую» экспериментальную науку и технику. Причем в рамках университетского преподавания именно «свободное образование» (включающее, впрочем, математику и общенаучные основы естественных наук) должно было составлять «фундамент» обучения в первые годы (в рамках *school of philosophy and letters*, где учатся все студенты), а «полезное» изучаться только по выбору и позже, во время специализации в *school of science* и *school of medicine*, где учится только часть старшекурсников по выбору. Существенно при этом, что, по Ньюмену, именно *liberal education* соответствует основной цели университета – «культивации ума» и формированию истинной «культуры интеллекта» (*the culture of the intellect, real cultivation of mind*). Тем не менее в поздних статьях кардинала Ньюмена и в католическом университете, практически созданном им в Ирландии, установилось определенное равновесие между «свободным» и «полезным» образованием.

В следующем поколении, в 80-е гг. XIX в., в Англии, в частности, в связи со спорами о создании высших технических учебных заведений, вновь разгорелась дискуссия о роли естественных и технических наук в «свободном образовании». Один из наиболее интересных моментов этой дискуссии – заочный спор между Арнольдом и Хаксли об относительной роли и значении естественных наук и литературы в становлении истинной «культуры интеллекта» и «культивации ума». Характерно, что оба автора стоят на общей

¹⁹ Ср. например: *Whewell, W. Of a Liberal Education in General. With Particular Reference to the Leading Studies of the University of Cambridge*. London, 1850.

²⁰ *Turner, F. M. Newman's University and Ours // Newman John Henry. The Idea of a University / F. M. Turner (ed.). Yale, 1996. P. 282, 292.*

платформе базовых понятий и дискурсов, сформулированных, в частности, С. Т. Кольриджем, У. Уэвеллом и Ньюменом с их пониманием «культурации ума», «свободного образования» и «культуры интеллекта».

Дискуссия была начата Хаксли, выступившим с речью «Наука и культура» (*Science and Culture*) в 1880 г. на открытии Мейсон-колледжа в Бирмингеме, впоследствии превратившемся в Бирмингемский университет. Колледж был основан на средства, пожертвованные сэром Иосией Мейсоном, оговорившем в своем завещании, что в создаваемом учебном заведении не должно быть религиозного и «чисто литературного» образования. В своем выступлении Хаксли защищал новое учреждение, где центральную роль должно было занимать изучение естественных наук и их технических результатов, от оппонентов с двух сторон – с одной стороны, практиков старого закала, вообще не видевших смысла в научном образовании, с другой – от сторонников традиционной модели гуманитарного образования (основанной на изучении древних языков и литературы). «Левитом» последней Хаксли считал знаменитого поэта и деятеля образования Мэттью Арнольда, автора ряда широко обсуждавшихся тогда книг, в частности, наиболее известной из них – «Культура и анархия». Хаксли отстаивал мнение, что при современном положении дел «чисто естественно-научное» образование не в меньшей (а подразумевалось, что и в большей) степени, чем традиционное теологическое или литературное образование, служит формированию истинной «культуры интеллекта». В обоснование он выдвигает квазипозитивистскую схему истории становления европейского образования: основанное на теологии и логике образование в средневековом университете сменяется гуманистической моделью литературного образования, в основе которой – обращение к греческой и римской классике, а в последнее время более актуальной становится новая модель, формирующая «культуру интеллекта» посредством изучения естествознания (вершиной которого он считает дарвинистскую теорию эволюции).

Арнольд ответил Хаксли также публичной речью «Литература и наука» (*Literature and Science*), в которой сформулировал целый ряд принципиальных возражений. Подход дарвиниста Хаксли был эволюционным: с его точки зрения европейское образование прогрессировало от примитивного «теологического» состояния в Средние века к более продвинутому «литературному образованию», возникшему благодаря открытию в эпоху Ренессанса наследия греков и римлян, и далее к современному состоянию, когда именно достижения науки составляют культурный нерв эпохи.

В своем ответе Арнольд пытается показать ограниченность взглядов Хаксли. Характерно, однако, что он при этом вовсе не исключает естественных наук из круга подлинного «свободного» образования (*liberal education*), формирующего подлинную культуру. Арнольд подчеркивает, что его понимание «литературы» (*literature*) не тождественно «беллетристике» (*belles lettres*). Говоря о литературе как о «лучшем, что продумано и написано» человечеством, он включает сюда не только «избранное из поэзии и прозы», но и религию, политику, право и науку – в том числе «Коперника, Галилея, Ньютона, Дарвина». Основной вопрос, по Арнольду, однако, не в том, полезны ли те или иные знания, а в том, какое содержание может быть положено в основу образования и стать его центральным, конституирующим звеном? Арнольд полагает, что

научное знание и его «вершина» (по мнению Хаксли) – дарвиновская концепция эволюции – не может быть таковым в принципе. Дело в том, что оно остается абстрактным знанием, которое не ведет к «образованию» стремления к свершению (*conduct*) и стремления к прекрасному (*beauty*) в человеке. Такое «образование» не является целостным, не «образует» человека в его полноте. «Предполагаемое знание» (*supposed knowledge*), лежащее в основе двух других (традиционных) типов образования, описанных Хаксли, – средневекового (христианского) и гуманистического (классического), – напротив, в полной мере соотносилось с этими «великими силами», присущими природе человека. Принципиальное отличие позиции Арнольда в том, что он формулировал свое понимание образования и культуры в терминах совершенствования человека во всей его целостности, которую строят весьма разные «силы» (*powers*): не только «сила интеллекта» (*power of intellect*), но и «сила свершения» (*power of conduct*), «сила прекрасного» (*power of beauty*) и «сила общественности» (*power of social life*).

В этой полемике характерно и различие позиций оппонентов, и то, что они, в сущности, стоят на одном основании – понятиях о «свободном образовании» и «культуре интеллекта», сформулированных в предыдущем поколении английских мыслителей Ньюменом. В то же время в этой дискуссии 1880-х гг. в Англии явно намечился конфликт «двух культур» – естественно-научной и гуманитарной, – о котором позже писал Сноу. Проблемы, намеченные в ней, в общем-то не были сняты и продолжают оставаться актуальными до сих пор.

В этом контексте интересно, что один из создателей русской инженерной школы Кирпичев, очевидно, был знаком с содержанием этой дискуссии, шедшей в то время в Европе, и выступает с совершенно самостоятельным и зрелым подходом к решению обозначенных проблем, вплотную подходя к принципиально новому пониманию технического университета. Особенно это видно в его речи 1898 г. в Киеве, где он уточняет понимание инженерного образования как «свободного», увязывая его со становлением так называемых «прикладных» инженерных наук:

Для инженера прежде всего необходима солидная научная подготовка. Он должен основательно изучить теоретические предметы – математику, физику, химию, геологию и др., смотря по специальности. Поэтому всегда существует тесная связь между высшими учебными заведениями и университетами; помощь университета необходима каждому высшему техническому заведению. Но кроме общих, отвлеченных наук, посвященных исключительно исканию истины для нее самой, в технических учебных заведениях преподают еще так называемые прикладные, инженерные науки, посвященные практическим целям. Хотя практические потребности у человека появляются раньше отвлеченных, но науки прикладные появились позже общих наук. Иначе не могло быть, потому что прикладные науки – дети отвлеченного знания, питающиеся плодами его. В классической древности и в Средние века не было прикладных наук. Реальные знания того времени сводились к семи свободным искусствам²¹.

²¹ Кирпичев. *Vivat, Crescat, Floreat* ... С. 7–8.

Инженерное образование, инженерная наука, таким образом, соединяет в себе два класса занятий, о которых писал Ньюмен, – «свободные» и «полезные». «Прикладная наука» при этом оказывается уникальной областью, находящейся на пересечении того и другого. По своим задачам и применениям она оказывается «полезным», по внутренней сути – «свободным» и творческим занятием. Своим примером Виктор Львович показал, как изучение и преподавание прикладных наук (прикладной механики, включая сопротивление материалов и теорию упругости) может превратиться в высокое «свободное» искусство, следующее лучшим примерам из истории науки и философии. Характерно, что Кирпичев всегда подчеркивал диалогический, изустный характер образования, соотнося практику обучения инженеров с великой традицией, идущей от сократических диалогов, воплощенной между прочим в практике научных семинаров немецких университетов XIX в.:

Высшее образование всегда основывалось на изустном изложении, делаемом учителем; мы видим это со времен греческих философов, которые сопровождали свое изложение вопросами и разговорами с учениками, стараясь вызвать в них самостоятельное мышление [...] Галилей вел свое преподавание изустно, разговаривая со своими учениками, окружавшими его, многие из которых впоследствии прославились в разных областях науки (Торичелли, Вивиани, Борелли) [...] Изучение наук по книгам брало перевес над изустным лишь в периоды застоя, упадка науки, когда отсутствовали люди, двигавшие ее [...] Современные высшие учебные заведения кроме лекций пользуются в значительной степени диалогическим способом преподавания в так называемых семинариях...²²

Здесь также имело место приобщение инженерного образования к кругу «свободного образования» и перенос в практику обучения инженеров университетских подходов. Характерно при этом, что если в аналогичных выступлениях английских и немецких апологетов высшего технического образования всегда присутствовал элемент агитации за равноправие технологических институтов с университетами, у Кирпичева этот элемент отсутствует полностью. Как мы видели²³, в России инженерные институты с самого начала были избалованы вниманием государства и пользовались всеми привилегиями высших учебных заведений. Русские авторы поэтому останавливаются почти исключительно на целях, принципах и содержании инженерного образования, а не на борьбе за его социальный статус. Деятели высшего технического образования, впрочем, сталкивались с апологетами чистой практики, сторонниками «прежнего английского способа подготовки инженеров, от которого и в самой Англии начинают отказываться»²⁴.

С другой стороны, характерен и почетный статус «прикладной науки» в речах таких людей, как Кирпичев. На самом деле как внутренняя структура, так и социальное признание и система институтов «прикладных наук» сложились окончательно только на рубеже XIX и XX вв. Еще в упомянутой речи Хаксли

²² Кирпичев. Задачи высшего технического образования... С. 16–17.

²³ Сапрыкин. История инженерного образования...

²⁴ Кирпичев. Задачи высшего технического образования... С. 9.

это понятие третируется, так как собственно «научный» статус «прикладных наук» ставится под вопрос. Их привычно относят к области чистой практики. У Кирпичева «прикладные науки» понимаются совершенно иначе. Более того, именно их особый характер помогает найти инженерному образованию свое уникальное предназначение.

Третьим принципом инженерного образования (наряду с его «научным» и «свободным» характером) является идея целостности образования инженеров. Инженер в идеале должен быть одновременно и человеком науки, и практиком, он должен обладать определенным пониманием жизни и художественным образованием, наконец, он должен быть способен к практическому руководству людьми.

У Кирпичева идея целостности проникает в само определение понятия «инженер». В своих ректорских речах, прослеживая происхождение слова, он определяет инженеров как «людей гения, способных придумывать и узнавать новое». Как он отмечает,

с понятием о деятельности инженера необходимо соединяется требование творческой способности и созидательной деятельности, умение делать нечто новое. Если кто предполагает только рутинно копировать старину, тому не нужно кончать высшего учебного заведения; его деятельность будет работой ремесленника, а не инженера.

В другом месте он определял значение слова «инженер» так:

По известному словарю французского языка, составленному Литтре, оказывается, что слово инженер происходит от глагола «*s'ingénier*», означающего умственную работу, предпринятую с целью достигнуть успеха в задуманном предприятии. Инженер есть душа технического дела, руководитель его, указывающий всем прочим участникам предприятия, что и как они должны делать для достижения наилучшего успеха; он же оценивает результаты работы мастеров и рабочих. Главная деятельность его умственная, и он должен быть подготовлен преимущественно к деятельности этого рода²⁵.

Чрезвычайно важным аспектом этой идеи целостности был акцент на художественном образовании инженеров и на их практических способностях к реализации задуманного. Примером такого соединения является Леонардо да Винчи:

В нем соединяются: ученый, практик и художник, и все эти три стороны должны быть развиты в настоящем инженере²⁶.

Это требование определяет и структуру инженерного образования:

Сущность требований от инженера была хорошо выражена символически при постройке Цюрихской политехнической школы. Там отделение общих наук – университетское – соединяется с отделением прикладных наук –

²⁵ Там же. С. 4.

²⁶ Кирпичев. *Vivat, Crescat, Floreat* ... С. 11.

техническим – залой, которая представляет собой художественный музей. Это указывает состав инженерного образования: нужно начинать с чистой науки и на ней основывать прикладные знания; но в то же время не оставлять без внимания и искусство ²⁷.

Это было особенно важно, так как распространяющееся машинное производство представляло определенную угрозу для художественного развития рабочих и техников в целом, вело к упрощению и примитивизации их человеческого бытия:

Удивительные и быстрые успехи современной техники представляют, кроме хорошей еще и оборотную сторону; они почти совершенно убили всякое художественное чувство в технических деятелях. Прежде каждый ремесленник должен был быть до известной степени художником [...] Теперь же с распространением машин, изготавливающих по данному образцу большое число одинаковых предметов, от ремесленника вовсе не требуется вкуса [...] Произошло полное превращение отношений: орудие не есть помощник или слуга ремесленника, а наоборот, рабочий сделался рабом машины, исполняющим для нее самую неинтересную часть работы ²⁸.

Данная ситуация все же остается обратимой, пока целостность художественного и технического образования сохраняется на высшем уровне, поэтому, как пишет Кирпичев,

мы придаем особое значение художественному образованию инженеров, которые еще в школе должны усвоить себе правильные архитектурные формы и пропорции и не допускать безвкусицы ни в одном из своих чертежей, какой бы маловажный предмет он не представлял ²⁹.

Именно в этом творческом и целостном характере образования инженеров он видит возможность преодоления угрозы, описанной в фантастических рассказах, где «усовершенствование машин дошло до того, что они взбунтовались против людей, поработили их и заставили служить себе». Образование должно вести к тому, что

инженер никогда не согласится считать машину или каменные постройки господином, которому должны служить люди, как идолу, или допустить, что иногда необходимы жертвы этому чудовищу. Мы господа, а машины наши слуги, и кто сомневается в этом, тем я посоветую посмотреть действительные машины, называемой *servo-moteur*, то есть порабощенный двигатель [...] Наблюдая за действием таких механизмов, каждый убедится в справедливости названия машин нашими рабами ³⁰.

²⁷ Там же. С. 11–12.

²⁸ Кирпичев. Задачи высшего технического образования... С. 12.

²⁹ Там же. С. 13. Заметим, что Кирпичев здесь обозначает проблематику, во многом определявшую направленность как реформ в области народного низшего и среднего профессионального образования (программа которой в России была сформирована под руководством его учителя И. А. Вышнеградского).

³⁰ Кирпичев. *Vivat, Crescat, Floreat* ... С. 18–19.

Другой стороной идеи целостности образования является необходимость для инженеров, которые должны быть «настоящими руководителями рабочих», близкого знакомства с практической стороной производства, в частности, свободное владение чертежным искусством, знакомство с приемами ручного труда и с практикой организации производства на заводах. В этом смысле Кирпичев горячо поддерживал так называемую «методу Деллавосса³¹», по имени первого директора Императорского Московского технического училища, где были организованы специальные учебные мастерские и введена специальная методика преподавания. Эта метода была в свое время широко популярна в Европе и США и получила высокие оценки на Венской и Филадельфийской международных выставках³².

Говоря о целостности образования, также вспоминают идею «гуманитаризации» технической школы. Предполагалось, что, так же как и выпускник университета, инженер, наряду с глубокими научными и техническими знаниями, должен обладать основательной гуманитарной культурой, художественным вкусом. Это было вполне реализовано в дореволюционных технических вузах. Совсем не случайно то, что выпускник Николаевской морской академии, выдающийся русский кораблестроитель академик А. Н. Крылов профессионально переводил с латыни Ньютона, выпускник Киевского политехнического института императора Александра II авиастроитель И. И. Сикорский писал серьезные богословские трактаты, а выпускники Николаевского инженерного училища Ф. М. Достоевский и архиепископ Игнатий (Брянчанинов) стали выдающимися писателями. Многие знаменитые архитекторы, художники и музыканты на самом деле имели чисто инженерное образование. Такая целостность прямо проистекала из концепции инженерного образования в России, положенной в его основу.

Вообще нужно сказать, что выступления Кирпичева, на которых я достаточно подробно остановился, были не философской утопией, а вполне конкретной концепцией образования, поддерживаемой государством и во многом реализованной на практике.

Русское инженерное образование в начале XX в. совершенно сознательно строилось на этих творческих, научных образовательных основах. Это отобразено даже в официальных документах. Так, уже в представлении в Государственный совет от 23 ноября 1900 г. № 31403 основная задача Петербургского политехнического института обозначалась как подготовка людей, «природному уму и таланту которых высшее образование должно указать новые пути открытий и изобретений»³³.

Очень важно при этом, что выпускников ориентировали на практическую реализацию законченных проектов, доведение их «на практике» «до конца». Так, до окончания Института инженеров путей сообщения императора Александра I студенты должны были подготовить три проекта (например, моста,

³¹ Имеется в виду В. К. Делла-Вос, первый директор Императорского Московского технического училища.

³² Кирпичев. Задачи высшего технического образования... С. 14–15.

³³ Подробная справочная книга о Петроградском политехническом институте императора Петра Великого на 1915 г. 3-е изд. / Сост. Н. И. Воротинцев. Пг., 1914. С. 58.

шлюза и парового двигателя), причем в ходе практики они получали опыт практической реализации этих или подобных проектов. Значительная часть выдающихся инженерных сооружений (например, мостов и шлюзов) в XIX в. были выполнены студентами этого института под руководством преподавателей. На летней практике студенты принимали участие в реальных работах по организации постройки зданий и сооружений. В Петербургском политехническом институте, например, студент кораблестроительного отделения одно лето проходил практику в портах, следующее – на машиностроительном заводе и третье – в плавании на большом корабле. Курс теоретических, лабораторных занятий и проектов был выстроен так, чтобы подготовить студента к практике наилучшим образом. Существенно и то, что значительная часть учебных пособий составлялась и издавалась самими студентами. Система Делла-Воса, предполагавшая обучение студентов в учебных мастерских при Императорском Московском техническом училище, со временем развилась, и при училище появились опытный механический, а затем и опытный химико-фармацевтический заводы, не только производившие законченную продукцию, но и ведшие собственные разработки.

Стоит подчеркнуть, что знаменитая «интеграция обучения и науки» (в классическом университете) и интеграция обучения и инженерной практики были подчинены именно образовательным целям. В университетах, политехнических и специальных институтах (например, в той же Михайловской артиллерийской академии) существовали серьезные научные лаборатории, велся большой объем работ, в том числе для военного ведомства. Они сыграли довольно значительную роль, например, в годы Первой мировой войны. Однако вся эта научная и практическая инженерная деятельность была частью образовательного процесса.

Существенной чертой подобного образования было то, что русские (как и французские, и немецкие) инженерные вузы готовили студентов не только к технической деятельности, но и к профессиональному выполнению функций руководителя предприятий и государственных и военных служащих достаточно высокого ранга. Профессиональная судьба таких людей, как Д. И. Менделеев, В. Н. Ипатьев или И. А. Вышнеградский, которые были не только выдающимися учеными и инженерами, но и организаторами промышленности, образования и государственными деятелями, – может быть, наиболее яркий, но все же типичный пример. Инженер с высшим образованием, собственно, и должен был быть одновременно и ученым, и техническим специалистом, и организатором промышленности. Специалист, обладающий техническими знаниями, но не готовый к руководству предприятием, собственно, и не считался в полном смысле инженером, но только «кондуктором», «техником» или «помощником инженера».

Это зафиксировано и в официальных документах. Например, положение о Санкт-Петербургском политехническом институте 1902 г. даже ставит эту «руководящую», или «организационную», функцию инженера над конструктивной. Так, п. 39 этого положения говорит:

Удостоившиеся звания инженера-металлурга и инженера-электрика имеют право заведовать фабриками и заводами, сооружать фабричные

и заводские здания и жилые помещения, находящиеся с ними в непосредственной связи, производить другие соединенные с означенными сооружениями, строительные работы и составлять проекты этих зданий и работ. Тем же правом пользуются и морские инженеры, которым, сверх того, присваивается право сооружать всякого рода суда и судовые машины и механизмы ³⁴.

В известном докладе директора Императорского Московского технического училища В. И. Гриневецкого «О реформе инженерного образования», представленном 17 января 1915 г., выделялись четыре задачи техники и, соответственно, инженерного образования: конструктивные, комбинационные, эксплуатационные, и организационные. Первый класс задач был связан с разработкой, конструированием и созданием новых технических изделий и их узлов (например, моста, печатной машинки, подшипника или винтовки). Второй, который сейчас называют «системной интеграцией», или «инжинирингом», – с построением из этих изделий и узлов сложных систем для решения конкретных задач в данное время и в данном месте. К таким системам относятся, например, транспортные или энергетические системы, системы связи, вооружения или жизнеобеспечения. Третий класс задач, имеющий как технический, так и экономический аспекты, связан с запуском и эксплуатацией как отдельных изделий, так и сложных систем. Четвертый класс задач связан не просто с разработкой и созданием отдельных изделий или систем, но с созданием, запуском и руководством целыми предприятиями и отраслями промышленности.

Подготовка к такому поприщу предполагала не только «культивацию интеллекта» и фундаментальную научную подготовку, но и «культивацию воли» и организационных способностей. В XIX в. эту функцию позволяла выполнять в том числе тесная связь инженерного и военного образования. Первые «флагманы» русского инженерного образования – Институт инженеров путей сообщения, Михайловская артиллерийская и Николаевская инженерная академии – готовили не просто инженеров, но офицеров, воспитывавшихся в духе высоких идеалов служения царю и отечеству, подчиненных суровой воинской дисциплине, в свою очередь хорошо готовившей к руководству людьми. В начале XX в. ситуация стала гораздо сложнее, но принципиальная постановка вопроса оставалась той же – инженер должен был быть внутренне готов к выполнению сложной задачи руководства людьми.

С другой стороны, при таком понимании роли инженера очень важно, что научно-технический ряд задач соединяется с технико-экономическим рядом – и при чтении работ старых инженеров обращает внимание на себя то, с какой тщательностью продумывались не только многообразные научно-технические вопросы, но и чисто экономические и «менеджерские» вопросы рациональной организации процесса производства, снижения себестоимости

³⁴ Подробная справочная книга о Петроградском политехническом институте... С. 66. В институте в 1902 г. было только четыре отделения – металлургическое, электромеханическое, кораблестроительное и экономическое; механическое и инженерно-строительное были созданы позже.

и издержек, выбора места, организации транспортных потоков, защиты окружающей среды, безопасности и поведения в чрезвычайных ситуациях.

С момента создания Института инженеров путей сообщения в курс подготовки инженера как будущего руководителя предприятия с технической стороны входил и большой объем экономических знаний. Позже инженерно-экономическое и экономическое направления выделилось в самостоятельный род деятельности. В ведущих технических вузах страны (например, в Петербургском политехническом институте) имелись самостоятельные экономические факультеты или отделения для подготовки чиновников и предпринимателей с серьезной научной подготовкой. Наоборот, в крупных коммерческих институтах в Москве и Киеве были инженерные факультеты.

Феномен «семейной науки»

Понятно, что целостное образование инженера, включающее большой объем «неформального знания», достаточно трудно обеспечить исключительно в рамках формального учебного процесса в вузе. Целостность образования предполагает большую роль личных отношений в передаче традиции.

Как говорил Кирпичев в своей речи о Вышнеградском,

в научной сфере, подобно другим областям духовной деятельности человека, существует преемственная передача духовных даров от учителя к ученику, нечто вроде посвящения на умственную деятельность [...] Так, например, Платон получил такое посвящение от Сократа, Эйлер от Ивана Бернулли, Либих – от Гей-Люссака. Для Ивана Алексеевича (Вышнеградского. – Д. С.) такими учителями [...] послужили Остроградский и Редтенбахер³⁵.

Но к встрече с Учителем, так же как к восприятию научной традиции (которая, как видно из предыдущего изложения, далеко не исчерпывала перечень «духовных даров» настоящего инженера), человек должен был быть готов. И подготовка эта, как правило, происходит неформальным образом, вне образовательных институтов. Не в «системе», а в «сфере» образования.

В России здесь ключевую роль играла семья. XIX и первая половина XX в. были временем, когда феномен «научных» и «инженерных» семей проявлялся исключительно ярко³⁶. Эта черта не была исключительной особенностью России. Яркие примеры «научно-инженерных семей» можно привести и из истории науки и техники других стран, в частности, Англии и Германии. Достаточно вспомнить семью Бернулли, давшую не меньше девяти крупных математиков и физиков, трое или четверо из которых относятся к числу наиболее выдающихся ученых всех времен. Тем не менее именно Россия дает очень богатую почву для изучения истории семейной науки.

³⁵ Кирпичев В. Л. Иван Алексеевич Вышнеградский как профессор и ученый. СПб., 1895. С. 4–5.

³⁶ В последнее время этот феномен привлекает все больше внимания исследователей. В качестве примера можно привести: Сироткина И. Е. Русский француз Виктор Анри и «семейная наука» // ВИЕТ. 2012. № 2. С. 142–160; Воронцов Н. Н. Андрей Андреевич Ляпунов. М., 2011.

В качестве первого очень характерного примера можно привести семью уже многократно упоминавшихся Кирпичевых. У Виктора Львовича Кирпичева было семь братьев, окончивших Михайловскую артиллерийскую или Николаевскую инженерную академию. Четверо из них (кроме Виктора, еще Лев, Константин и Нил) стали профессорами – выдающимися деятелями русской науки и техники. Пятый брат (Михаил) был любимым ассистентом Д. И. Менделеева, но рано умер. Сын В. Л. Кирпичева М. В. Кирпичев стал академиком АН СССР, крупным ученым в области теплотехники и теплофизики. Родоначальником этой инженерной и научной династии был Лев Матвеевич Кирпичев (1808–1862), офицер, выпускник Главного инженерного училища, преподаватель Главного инженерного училища, Пажеского корпуса и Павловского кадетского корпуса, в 1848 г. из-за болезни вышедший в отставку и всецело посвятивший себя воспитанию детей. Лев Михайлович и его дети находились в тесных личных отношениях с крупнейшими учеными, инженерами и государственными деятелями той эпохи.

В качестве примеров «научных семей», находившихся в тесных родственных отношениях, можно указать дворянские семьи Ляпуновых, Сеченовых, Наметкиных, Крыловых, Капиц, из которых вышел длинный ряд выдающихся русских и советских ученых и инженеров, составлявших начиная с середины XIX в. славу отечественной науки. Среди них, в частности, Петр Леонидович Капица и Андрей Андреевич Ляпунов, стоявшие у истоков школы Московского физико-технического института и Новосибирского университета, созданных в СССР уже после войны. Всех этих людей связывали многочисленные неформальные связи, начинавшиеся в раннем детстве в «образовательном пространстве» родительского дома³⁷.

Иногда дома и усадьбы ученых сознательно превращались в своего рода неформальные образовательные центры. Некоторые из них сейчас музеефицированы и представляют интересный материал для истории «семейной науки». В качестве такого примера можно привести расположенные рядом в Клинском районе Московской области имения Шахматово и Боблово, принадлежавшие Д. И. Менделееву, Н. Н. Бекетову и Н. П. Ильину.

Это, однако, лишь наиболее яркие и характерные примеры «семейной науки». В действительности тесные неформальные отношения в «образовательном пространстве» дома играли исключительное значение для поколений «простых» ученых и инженеров. Часто родители (как в случае семьи Кирпичевых) могли сами готовить своих детей, например, по математике и физике, формировать у них общие представления о научном подходе и профессиональной деятельности. Совершенно не случайно значительная часть из многочисленных учебных пособий по математике и естественным наукам (многие из которых являются настоящими шедеврами и продолжают использоваться до сих пор) адресованы не столько учителям, сколько родителям³⁸. Наряду с

³⁷ Многочисленные примеры такого рода приведены, например, в воспоминаниях и очерках великого математика и кораблестроителя А. Н. Крылова (*Крылов А. Н.* Воспоминания и очерки. М., 1956).

³⁸ Классическая работа в этом жанре: *Игнатьев Е. И.* В царстве смекалки, или арифметика для всех. Книга для семьи и школы. СПб., 1909.

таким целенаправленным педагогическим воздействием родителей, не меньшее, а может быть и большее значение имели «спонтанные» факторы – круг общения, «научные» разговоры в семейном кругу, общие образовательные установки более уважаемых членов семьи.

Даже в советское время несмотря на то что проводилась сознательная политика разделения семьи и школы и за семьей официально в лучшем случае оставалась только «демографическая» функция, ее образовательное значение сохранялось. Именно неформальный и прежде всего семейный фактор русской образовательной традиции во многом определял ее устойчивость и преемственность на протяжении длительного времени, полного драматических политических изменений, падений и подъемов экономической конъюнктуры.

«Восходящая волна конъюнктуры» и «интеллектуальный прорыв»

Еще Н. Д. Кондратьев обратил внимание на то, что волны экономической конъюнктуры, связанные с долгосрочными инвестициями в инфраструктуру и основные средства, долгосрочными трендами в финансовых показателях, колебаниях ставки процента на капитал, уровнях заработной платы, товарных цен и т. д., а также в производстве основных видов энергии и материалов, например, угля и стали, непосредственно коррелируют с соответствующими длинными волнами в развитии образования, науки и техники, с длинным циклом в развитии инноваций³⁹. «Нисходящая», или «понижательная», волна длинного цикла, характеризующаяся относительно более низкой доступностью долгосрочного финансирования и, соответственно, незначительными инвестициями в инфраструктуру, а также образование, замедлением обновления основных средств и экономического роста в целом, в то же время является временем, когда ведется активный поиск и обсуждение новых подходов и концепций в образовании, науке и технике⁴⁰. «Восходящая», или «повышательная», волна кондратьевского цикла начинается с резкого увеличения инвестиций в основные средства длительного пользования (транспортная инфраструктура, мелиорация, энергетика и крупные здания, а также системообразующие предприятия) и одновременно в развитие системы образования и наращивание кадрового потенциала. «Повышательная» волна длинного цикла характеризуется бурным развитием новых отраслей экономики, «обновлением и расширением основных капитальных благ, с радикальными изменениями и перегруппировкой основных производительных сил общества»⁴¹. Именно в этот период научные достижения могут активно воплощаться в практику и находить применение⁴². То есть «повышательная» волна длинного цикла

³⁹ Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры // Проблемы экономической динамики. М., 1989. С. 170–411.

⁴⁰ Стоит лишний раз отметить, что все долгосрочные тренды «длинного цикла» становятся заметными только при исключении из данных того, что Н. Д. Кондратьев называл «общей тенденцией роста или падения» (*secular trend*).

⁴¹ Кондратьев. Большие циклы конъюнктуры... С. 217–218.

⁴² Там же. С. 218–219.

экономической конъюнктуры является одновременно фазой, когда возможен научно-технический прорыв, связанный, как правило, с реализацией концептуальных подходов и идей, зародившихся на предыдущей фазе спада.

«Золотой век» русской науки и промышленности пришелся на два длинных, или «кондратьевских», цикла экономической конъюнктуры и, соответственно, два длинных «инновационных цикла». «Понижительная волна» 70–80-х гг. XIX в. была одновременно временем, когда готовились новые концепции технического и профессионального образования, велись поиски новых подходов в науке (такими учеными как Д. И. Менделеев, А. И. Вышнеградский, Н. П. Ильин или тот же В. Л. Кирпичев⁴³).

Однако особенностью многих замыслов и изобретений, создаваемых на «нисходящей» волне конъюнктуры, является их слабая реализуемость и зачастую коммерческий неуспех. Многие примеры, которые советские (а вслед за ними и западные) историки науки и наукоемкой промышленности приводили в качестве доказательства того, что в царской России выдающиеся ученые и изобретатели не могли реализовать свои идеи и эти идеи уплывали за границу, имели место до середины 90-х гг. XIX в. На самом деле демонстрируют особенности «нисходящей» волны длинного цикла (трудности с привлечением длинных дешевых денег и коммерческий неуспех многих «инновационных» проектов). Эти проекты опередили свое время в том смысле, что не нашли ни денег для своей реализации, ни рынка для сбыта продукции.

Когда в России в 90-е гг. XIX в. началась «восходящая» волна длинного цикла, ситуация изменилась. Характерный пример приводит А. Б. Кожевников, иллюстрируя свой тезис о том, что до определенного момента ситуация с научными исследованиями, требовавшими сложного оборудования в гражданских и военных технических учебных заведениях, была «не очень хороша». В начале 90-х гг. XIX в. выдающийся русский химик, будущий генерал, руководитель химического комитета военного ведомства и академик В. Н. Ипатьев неоднократно обращался к руководству с предложением выделить дополнительные ассигнования для химической лаборатории в Михайловской артиллерийской академии. Сначала ему в финансировании было отказано. Запрошенные средства стали выделяться Ипатьеву «только» в 1899 г., а радикальный перелом в ситуации Кожевников связывает с началом Первой

⁴³ Наиболее выдающиеся деятели 1870–1880-х гг., стоявшие у истоков новых научных направлений, а также создания новой концепции профессионального и высшего технического образования, начали свою деятельность в 40–50-е и особенно 60-е гг. XIX в. на волне предыдущей «повышательной» волны конъюнктуры. Бурное капитальное строительство и создание первых железных дорог дало толчок развитию прикладной механики, военных заводов – машиностроению. Д. И. Журавский и П. Я. Собко, например, участвовали в проектировании крупных сооружений на Московско-Петербургской железной дороге и мостов через Неву. А. И. Вышнеградский, являясь главным механиком артиллерийского ведомства, в 60-е гг. вел проектирование ряда военных предприятий, в том числе Охтенского порохового завода. В те же годы Д. К. Чернов ставил новое металлургическое производство на Обуховском артиллерийском заводе. На это же время приходится начало деятельности многих выдающихся химиков, в том числе Д. И. Менделеева, и технологов, в том числе Н. П. Ильина. Многие из них участвовали в работах по созданию новых военных предприятий, а также в развитии текстильной и пищевой промышленности. Участие в практических проектах времен «повышательной волны» дало им позже богатый опыт для осмысления.

мировой войны⁴⁴. На самом деле положение стало резко меняться за много лет до 1914 г. и «чудеса» мобилизации науки для нужд промышленности, случившиеся между 1914 и 1917 гг., никогда не состоялись бы без большой работы в предвоенный период.

Ситуация в начале и в конце 1890-х гг., а тем более в канун Первой мировой войны была совершенно различной. В этом временном промежутке произошел существенный подъем экономической конъюнктуры, а высшие правительственные круги пришли к выводу о необходимости масштабных инвестиций в данной сфере, и на протяжении полутора десятилетий накануне Первой мировой войны в ведущих университетах и технических вузах, при военном и морском ведомствах были созданы десятки прекрасных механических, химических, электротехнических лабораторий, оборудованных по последнему слову техники. «Лаборатории» эти по сути являлись институтами и имели в своем распоряжении целые здания и очень современное оборудование. Именно на их базе были созданы первые советские институты. Так, Центральная научно-техническая лаборатория военного ведомства (ЦНТЛ ВВ) владела в Санкт-Петербурге на 8-й Госпитальной улице шестью корпусами, специально построенными для нее в 1912–1914 гг. по проекту одного из крупнейших архитекторов русского модерна В. П. Апышкова⁴⁵. Еще раньше (в 90-е гг. XIX в.) на острове Новая Голландия в Санкт-Петербурге были созданы Научно-техническая лаборатория и Опытный бассейн. Созданный в 1899 г. Физический институт при Санкт-Петербургском университете также был на тот момент одним из наиболее крупных и хорошо оснащенных научных учреждений в мире. В тот же период серьезные научные лаборатории появляются на целом ряде крупных как государственных, так и частных предприятий.

Наряду с этими прямыми инвестициями в науку за два с половиной десятилетия перед революцией 1917 г. (почти точно совпадающие с царствованием императора Николая II) в России не только была существенно обновлена и расширена образовательная система, воспитано новое поколение ученых и инженеров, но и построена грандиозная транспортная инфраструктура, имел место впечатляющий строительный бум, были созданы или существенно обновлены целые отрасли, в которых нашли применение новейшие научно-технические достижения.

Совсем не случайно именно на этом фоне в первые десятилетия XX в. в России произошел «интеллектуальный прорыв» в области научно-инженерной мысли и образования, во многом определивший передовые позиции нашей страны в XX в. Между тем, как справедливо отмечает Кожевников, именно этот период, особенно годы Первой мировой войны, «получил незаслуженно мало внимания в истории российской науки и в целом в истории России, если сравнивать с историей других европейских стран»⁴⁶. К этому периоду отно-

⁴⁴ *Kojevnikov, A. The Great War, the Russian Civil War, and the Invention of Big Science // Science in Context. 2002. Vol. 15. P. 244–245.*

⁴⁵ Эта «лаборатория» в 1919 г. затем была преобразована в Государственный научно-технический институт и затем в Остехбюро. Аналогичное происхождение имели другие крупнейшие советские «институты» первого периода – Государственный оптический институт, Центральный аэрогидродинамический институт и др.

⁴⁶ *Kojevnikov. The Great War... P. 241.*

сится зарождение многих подходов и направлений, ставших в XX в. вкладом России в развитие техники, причем их отличительной чертой было именно систематическое приложение научной теории к инженерной практике.

Эти достаточно хорошо известные примеры иллюстрируют то, что системные механизмы и институты, обеспечивающие связь науки и промышленности и являющиеся основой так называемой «большой науки», стали складываться не в советское время и даже не в годы Первой мировой войны, а на рубеже XIX–XX вв. К этому моменту в России сложилось счастливое сочетание накопленного интеллектуального потенциала, поддержки государства и общества и четкое осознание новых инфраструктурных проблем, требовавших новых системных подходов, соединяющих образование, науку и решение практических технических задач. Именно в это время, на «восходящей волне» экономической конъюнктуры, при политической поддержке руководства страны, когда ученые и инженеры увидели, как на практике воплощаются их самые смелые теоретические замыслы⁴⁷, в России сформировалась уникальная модель и концепция физико-технического образования.

Зарождение «идеи физтеха» и «большой науки»

Как отмечал в свое время С. П. Тимошенко,

наиболее важным достижением России в инженерном образовании является, по моему мнению, организация подготовки инженеров нового типа, которых мы назовем инженерами-исследователями. Эта подготовка базируется на широком изучении таких фундаментальных наук, как математика, механика, физика с целью устранения разрыва между чистыми и прикладными науками⁴⁸.

Неоднократно высказывалось мнение, что новая модель «физико-технического» образования, соединяющего фундаментальную научную подготовку и погруженность в решение практических инженерных задач, и соответствующая модель «физико-технических» научных исследований, сочетающих теоретические исследования и доведенный до промышленных масштабов эксперимент и ориентированных на непосредственное внедрение в индустрию, сложилась в 1916 г. в Петербургском политехническом институте, где профессорами А. Ф. Иоффе и Тимошенко⁴⁹ был составлен проект организации нового физико-механического факультета и одновременно начал действовать семинар, из которого вышли, в частности, будущие нобелевские ла-

⁴⁷ Систематическое игнорирование этого факта было связано с определенной установкой, победившей в советской истории естествознания и техники после сессии АН СССР 1947 г., в рамках которой всячески подчеркивались (и иногда с явными преувеличениями) «приоритеты» и «пионерские достижения» российских изобретателей и ученых до 1917 г. и одновременно подчеркивалось (опять же часто с явными искажениями исторической действительности), что якобы «старый режим» не позволял этим достижениям реализоваться на практике.

⁴⁸ Тимошенко С. П. Инженерное образование в России. Люберцы, 1997. С. 57.

⁴⁹ Тимошенко и Иоффе были соучениками в реальном училище в уездном городе Ромны и дружили.

уреаты П. Л. Капица⁵⁰ и Н. Н. Семенов. Этот «физико-технический» подход в 1920-е гг. был положен в основу работы нового физико-механического факультета Ленинградского политехнического института, Государственного оптического института и Физико-технического института (являвшегося первоначально отделением Государственного рентгенологического и радиологического института), связанных с именами Д. С. Рождественского и Иоффе. Позже эта же модель повлияла на возникновение так называемой «системы физтеха» в Московском физико-техническом институте. «Физико-технический подход» оказал определенное воздействие на европейскую и американскую науку и образование (в частности, благодаря деятельности Ипатьева, Тимошенко, Капицы, А. Е. Чичибабина и Б. А. Бехметева). Такая точка зрения содержится в «научном предании» как русских ученых эмигрантов, так и у российских ученых. В развернутом виде он изложен, например, в «Воспоминаниях» Тимошенко или в воспоминаниях советских ученых, принадлежавших к «школе Иоффе» и имевших отношение к деятельности Физико-технического института в Ленинграде⁵¹.

Оба эти взгляда, по-видимому, не лишены оснований, однако нуждаются в уточнениях. И прежде всего стоит отметить, что процессы, о которых идет речь (сближение «высокой» теоретической науки и инженерных задач, возникновение соответствующих научно-исследовательских институтов и «физико-технической» модели образования), начались не после 1917 г. (как считалось в советской историографии) и даже не во время Первой мировой войны (последнюю точку зрения обосновывает Кожевников). На самом деле все перечисленные процессы являлись эпизодами довольно долгого процесса «образовательной» интеграции науки и техники, которая происходила в России и в некоторых других ведущих государствах в последнее десятилетие XIX в. и в три первых десятилетия XX в.

Тенденция к применению сложных математических методов в области теоретической физики, механики, химии, биологии, к решению важных практических задач, становление и профессионализация прикладной науки и создание соответствующей инфраструктуры в виде институтов и лабораторий при ведущих образовательных учреждениях, крупных предприятиях, появление академических «чисто научных», а не учебных институтов имела место еще до начала Первой мировой войны в целом ряде ведущих государств, прежде всего Германии, США и России. Русские энтузиасты этого движения (например, К. А. Тимирязев, В. И. Вернадский, Тимошенко, Иоффе) ссылались как на прецедент в первую очередь на американский опыт. Позже в эмиграции Тимошенко и В. К. Зворыкин убедились, что США в области создания прикладных институтов и лабораторий не были впереди России. Они начали активно применять свои старые российские наработки в американской прак-

⁵⁰ Свидетельство о том, что именно Капица привнес широкомасштабный инженерный, физико-технический подход в деятельность лаборатории Резерфорда в Кембридже, содержится в мемуарах Тимошенко и Сноу (*Тимошенко. Воспоминания...*; *Сноу Ч. П. Портреты и размышления*. М., 1985).

⁵¹ Последние получили отражение, например, в историческом разделе на интернет-сайте Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе (см.: www.ioffe.ru).

тике (например, в исследовательском институте компании «Вестингауз», где оба работали). Так что если лидерство в этом процессе сближения научной и промышленной практики в начале XX в. принадлежало Германии, то уже до 1917 г. прочное второе место занимала Россия.

В самом начале XX в. в Германии центрами такого движения к физико-техническим исследованиям были, например, Страсбургский университет, где работал профессор Ф. Браун (учениками которого в России были Л. И. Мандельштам и Н. Д. Папалекси⁵²), Мюнхенская техническая школа (где работали А. Феппл и Л. Прандтль) и прежде всего Гёттингенский университет, где работала группа выдающихся ученых (в том числе Ф. Клейн, В. Фойгт и Л. Прандтль) и действовала известная механическая лаборатория. Именно великий немецкий математик Клейн организовал целый ряд семинаров, нацеленных на сближение математики и инженерии.

В России центрами этой работы по сближению фундаментальной науки и инженерной практики были Петербургский политехнический институт, Электротехнический институт, Институт инженеров путей сообщения (в Санкт-Петербурге), Михайловская артиллерийская академия, Николаевская морская академия и Морское инженерное училище, Технологические институты в Санкт-Петербурге и Харькове, Политехнический институт в Киеве и Императорское Московское техническое училище. Кроме того, следует отметить уже упоминавшийся созданный в 1899 г. Физический институт при Петербургском университете, научно-исследовательские лаборатории морского и военного ведомства.

Первоначально инициатором такого сближения было государство. Чуть позже интерес к нему проявился и со стороны бурно развивавшейся частной промышленности. Таким образом, «физико-технический подход» к образованию с самого начала оказался связан с проблематикой «большой науки» – систематическим, поставленным на широкую ногу приложением научных достижений к решению масштабных технических проблем.

Одним из направлений, привлекавшим в то время лучшие интеллектуальные силы и где нашими учеными и инженерами были достигнуты выдающиеся результаты, была механика. Изначально развитие этой науки в России было тесно связано с решением нескольких практических задач государственного значения, в частности, развитием путей сообщения. Особенностью русской инженерной школы в этой области со времен основания Института инженеров путей сообщения императора Александра I была опора на мощную математическую и общенаучную подготовку. Она была необходима для решения таких задач, как расчет мостов, железнодорожных и водных сооружений, а также задач, связанных с развитием транспортного машиностроения уже в XIX в. (в работах Д. И. Журавского, П. Я. Собко, Ф. С. Ясинского, И. А. Вышнеградского). Журавский был, например, первым, кто применили довольно сложные методы расчета напряжений при проектировании сооружений Николаевской железной дороги (мост через реку Веребью) – ранее такие мосты (системы Гау) строились по большей части на основании эмпирических данных, без

⁵² См.: Печенкин А. А. Леонид Исаакович Мандельштам. Исследование, преподавание и остальная жизнь. М., 2011.

расчетов. Вышнеградский при рассмотрении работы простых механических регуляторов построил одну из первых теоретических моделей, легших в основу теории автоматического регулирования, которая сыграла исключительную роль в развитии инженерной науки, системного анализа и даже кибернетики в XX в.⁵³

В интересующий нас период (в начале XX в.) такого рода механико-математические приложения к проблемам развития путей сообщения были поставлены на широкую ногу. Так, ученик и сотрудник Вышнеградского генерал-инженер Н. П. Петров⁵⁴ и вслед за ним Тимошенко и Е. О. Патон применили математическую теорию в области сопротивления материалов и теории упругости для изучения вопросов усиления допустимой нагрузки на железнодорожные пути, что приобрело большое практическое значение в годы Первой мировой войны в связи с необходимостью резко увеличить объем грузоперевозок по ряду направлений. Позже у американских студентов Тимошенко вопросы, связанные с применением математических методов механики к решению вопросов строительства железных дорог, судостроения и авиастроения, вызывали наибольший интерес. Сам Тимошенко подчеркивал в воспоминаниях, что его американские разработки в этом направлении опирались на подходы, разработанные в России в годы Первой мировой войны.

Другая группа сложных технических проблем, требовавших приложения научных методов механики, была связана с вопросами кораблестроения. Наиболее остро они встали в ходе восстановления русского флота после Русско-японской войны и, в особенности, при проектировании и строительстве новых линейных кораблей. Строительство дредноутов вообще было исключительно сложной технической и производственной задачей, потребовавшей выстраивания сложнейшей кооперации и создания совершенно новых производств. Учитывая, что руководство страны ставило задачу практически полной локализации производства на территории страны, это потребовало мобилизации практически всех доступных научных ресурсов и дало мощный толчок развитию не только механики, но и материаловедения, электротехники и радиотехники.

Исключительно активному привлечению новейших научных разработок способствовало то, что с 1908 г. всем кораблестроением русского флота руководил с технической стороны Крылов, а проектированием дредноутов – его ученик Е. Г. Бубнов. В проектировании этих новых судов Крылов применил весь арсенал научных и математических методов, которыми владели он и его коллеги, и это дало очень интересные конструктивные решения⁵⁵. В работах

⁵³ О Журавском см.: *Тимошенко С. П.* История науки о сопротивлении материалов. М., 1957. С. 171–174, 182, 195, 226. О Вышнеградском см.: *Андронов А. А.* И. А. Вышнеградский и его роль в создании теории автоматического регулирования // Вопросы истории отечественной науки. Общее собрание Академии Наук СССР, посвященное истории отечественной науки, 5–11 января 1949 г. М., 1949.

⁵⁴ Ученик М. В. Остроградского и И. А. Вышнеградского, «создатель гидродинамической теории смазки» генерал-инженер Петров руководил Инженерным советом МПС и Императорским Русским техническим обществом и являлся членом совета ряда ведущих технических вузов России.

⁵⁵ Это не означает, что при составлении технического задания, проектировании и строительстве не было допущено никаких ошибок. Разумеется, задним числом можно находить такие

по «дредноутной» тематике участвовали многие крупнейшие русские механики. Тот же Тимошенко отмечал, что «в связи с некоторыми судостроительными проблемами, возникшими в русском флоте», он «провел исследование упругой устойчивости прямоугольных пластинок, подвергшихся действию сил в срединной плоскости»⁵⁶.

Одновременно с этими работами Крылов, Бубнов и К. П. Боклевский подготовили для кораблестроительного отделения Петербургского политехнического института, Николаевской морской академии и Морского инженерного училища серию на тот момент лучших в мире учебных пособий, на которых было воспитано целое поколение русских кораблестроителей.

Стоит отметить, что при реализации программ восстановления Российского Императорского флота и в том числе при строительстве дредноутов применялись и другие научные разработки «переднего края». Так, производство орудий (в особенности главного калибра на Обуховском заводе) и материалов для корпусов потребовало проведения значительных исследований в области металлургии и материаловедения и одновременно обновления производственной базы соответствующих сталелитейных и металлообрабатывающих предприятий, которые перед революцией относились к числу наиболее современных в мире⁵⁷. Не менее сложную машиностроительную задачу представляло проектирование и создание орудийных башен. Например, трехорудийные башни главного калибра русских линкоров (производимые на частном Металлическом заводе) относились к числу наиболее совершенных и сложных конструкций такого рода в мире. Одновременно морское ведомство вело широкомасштабные исследования в области радиотехники и электротехники, обеспечивало огромные заказы для построенных в России накануне и в годы Первой мировой войны предприятий такого рода⁵⁸.

ошибки и в особенности если сравнивать русские линейные корабли с судами ведущих стран мира. В России между 1907 и 1914 гг. были заложены восемь дредноутов и четыре линейных крейсера, из которых в строй были введены семь кораблей. Германия, Англия и США в те же годы запроектировали и произвели по несколько десятков аналогичных судов и, разумеется, в каждом следующем проекте учитывали недостатки не только своих, но и иностранных кораблей. Россия на тот момент не обладала ни такими финансовыми ресурсами, ни таким опытом, как эти три страны. Но это не исключает того, что именно при помощи последовательного применения научных данных русским кораблестроителям удалось создать в техническом отношении одни из самых интересных и бесспорно наиболее последовательно «инновационных» конструкций. Созданная в ходе реализации этого проекта производственная и научная кооперация использовались не только в годы Первой мировой войны, но и на протяжении многих десятилетий советской власти.

⁵⁶ Тимошенко. История науки о сопротивлении материалов... С. 495.

⁵⁷ Тут стоит отметить, что в данной области прикладной науки еще со времен работ на Обуховском заводе Д. К. Чернова, создателя научной металлографии, во второй половине XIX в. Россия была одной из ведущих стран мира. Исторический очерк прикладных научных разработок артиллерийского ведомства, в том числе деятельности научно-технических лабораторий на Обуховском заводе, содержится в книге: Михайлов В. С. Документы к биографии. Очерки по истории военной промышленности. М., 2007.

⁵⁸ В этом плане вовсе не является историческим парадоксом то, что создателем советской радио и электронной промышленности являлся выпускник аристократического Морского корпуса, в годы Первой мировой войны штурман ряда крупных военных судов, а впоследствии адмирал-инженер Аксель Иванович Берг.

Другим направлением, которое и в Германии было очень существенным для становления «физико-технической» тематики, были исследования в области аэродинамики, механики переменной массы, а также прочностные исследования упругих деформаций, важные для построения корпусов самолетов и ракет. Эти разнообразные исследования заложили научную основу для авиастроения и ракетостроения в XX в. Достижения московской школы, сложившейся вокруг Н. Е. Жуковского в Московском университете и в Императорском Московском техническом училище, общепризнаны. На начальном этапе развития авиации работы по аэродинамическому и прочностному расчету самолетов велись в Москве в созданном при ИМТУ авиационном расчетно-испытательном бюро и в аэродинамической лаборатории под руководством Жуковского и В. П. Ветчинкиным с участием С. А. Чаплыгина. Другая группа ученых, работавших в Петрограде и Киеве, применила механико-математическую теорию тонких стержней и пластинок, новые разработки в области аэродинамики, сопротивления материалов и теории упругости при строительстве тяжелых русских аэропланов (Сикорского).

Механические исследования в области авиастроения уже в годы Первой мировой войны принесли конкретные практические результаты. Пионерские работы И. В. Мещерского в области механики тел с переменной массой, составляющие научную основу для ракетной техники, оказались востребованы лишь в следующем «инновационном цикле» (во время и после Второй мировой войны). Но при этом, анализируя чрезвычайное развитие ракетной техники в нашей стране, нельзя забывать того, что Мещерский, профессор и в течение нескольких лет ректор Петербургского политехнического института императора Петра Великого, был создателем целой школы в области прикладной механики. Он руководил большой группой сотрудников, не только добившихся серьезных научных результатов, но и создавших новые методы преподавания механики и составивших учебники и задачки, направленные на то, чтобы «приблизить преподавание механики к требованиям инженеров» и позже легшие в основу образовательного процесса не только в российских инженерных школах, но и (благодаря Тимошенко) в инженерных школах США.

Успех ряда новых научно-образовательных центров, созданных на рубеже веков, и прежде всего Петербургского политехнического института, базировался на новой структуре этого института, который имел в своем составе целый ряд мощных лабораторий, бывших фактически экспериментальными институтами в области механики, металлургии, электротехники, кораблестроения, располагавших большими помещениями и блестяще оборудованных различными машинами и стендами. Исследования и учебные занятия в них были направлены на решение масштабных практических задач, которые непосредственно вытекали из практики предприятий, государственных ведомств и органов самоуправления.

Только благодаря таким «системным» усилиям и значительным и эффективным использованным инвестициям Россия в те годы, наряду с Германией, стала одним из важных центров развития прикладной науки и соответствующего научно-инженерного образования, сочетающего фундаментально-научную подготовку и решение прикладных технических задач системного характера.

Аналогичные процессы происходили в области органической химии и в подготовке русских инженеров-химиков. Стоит отметить, что в последние десятилетия XIX в. немецкая наука и промышленность в данной области ушли далеко вперед. Несмотря на выдающиеся достижения Менделеева и ряда других русских химиков в конце XIX в. российская наука находилась здесь в положении догоняющего. Как сказано выше, ситуация стала меняться в первое десятилетие XX столетия и в особенности в годы Первой мировой войны. Именно в годы войны в нашей стране удалось создать очень мощную химическую промышленность.

Наиболее важные практические достижения были связаны с деятельностью научных учреждений, находившихся в ведении Военного ведомства и, в частности, Главного артиллерийского управления (ГАУ) (химическая лаборатория Михайловской артиллерийской академии, Главная научно-техническая лаборатория военного ведомства, Химический комитет ГАУ). В этой работе выдающуюся роль сыграл генерал и академик Ипатьев. Другая группа была связана с деятельностью Чичибабина в Императорском Московском техническом училище. Без создания этими учеными еще в предвоенный период мощных научных школ и хорошо оснащенных лабораторий в годы Первой мировой войны было бы невозможно «чудесное» создание в течение одного года целых новых отраслей химической и фармацевтической промышленности. Оба они позже эмигрировали и успели внести заметный вклад в развитие соответственно американского и французского химического образования.

Параллельно на металлургическом факультете Петроградского политехнического института и в Физическом институте Петроградского университета стала развиваться отечественная физико-химическая школа, благодаря Н. Н. Семенову позже получившая мировое признание.

Другими важнейшими направлениями развития прикладной науки в связи с практическими задачами промышленности была электротехника и радиотехника, различные направления теплотехники и энергетики, оптика и, наконец, физическая химия и материаловедение. Именно в этих направлениях отечественная физико-техническая традиция развивалась в дальнейшем. Здесь возникла «колебательная школа»⁵⁹ и сформировались основные школы довоенной советской физики – школы А. Ф. Иоффе, Д. С. Рождественского, Л. С. Мандельштама и С. И. Вавилова.

Во втором же десятилетии XX в. основной вклад в развитие отечественных научных и инженерных школ в этих областях внесла группа ученых, являвшихся профессорами Петербургского политехнического и Электротехнического институтов и Физического института Петербургского университета. Хотя эти три института были подчинены трем разным ведомствам, работавшие и учившиеся там ученые и студенты были в очень тесном контакте и по сути представляли собой единое сообщество. Организационным лидером этого движения был, по-видимому, В. В. Скобельцын, отец выдающегося со-

⁵⁹ Первоначально «колебательный подход», вдохновленный идеями лорда Релея в его книге «Теория звука», оказал существенное влияние и на русскую школу в области механики и нашел применение в теории упругости, аэро- и гидродинамике, активно разрабатывавшейся учеными, группировавшимися вокруг Петроградского политехнического института в то время.

ветского физика Д. В. Скобельцына. После Мещерского он два срока исполнял обязанности директора Петроградского политеха и одновременно был профессором Электротехнического института. В упомянутую группу ученых входили сам В. В. Скобельцын, А. А. Радциг, М. А. Шателен, В. Ф. Миткевич, В. Е. Грум-Гржимайло, Н. С. Курнаков, Д. С. Рождественский, И. В. Гребенщиков, А. Ф. Иоффе. Они сформировали целый ряд научных и инженерных школ, воспитали много выдающихся учеников (в те же предреволюционные годы к группе младших преподавателей и студентов этих трех петербургских учебных заведений принадлежали, например, Д. В. Скобельцын, Н. Н. Семенин, П. Л. Капица, А. В. Винтер и Г. О. Графтио).

Характерной чертой их работы был как раз «физико-технический подход». Именно он позволил, например, Капице, внести большой вклад в перевод научных исследований в лаборатории Резерфорда в Кембридже на новую технологическую базу⁶⁰. Как указывают Сноу, а также Тимошенко, именно то, что Капица имел одновременно сильную инженерную подготовку и был первоклассным ученым, делало его столь ценным специалистом для Резерфорда⁶¹.

В годы Первой мировой войны упомянутая группа ученых внесла колоссальный вклад в решение ряда государственных проблем, в том числе в создание самостоятельной электротехнической и радиотехнической промышленности и электроэнергетики, которые до революции находилась в сильнейшей зависимости от Германии. За годы войны, после «секвестра» германских по происхождению предприятий, относившихся к концернам «Сименс» и *AEG*, собственными научными и инженерными силами была создана очень мощная отрасль (без которой, кстати, было бы невозможно впоследствии развитие советской электротехники и энергетики, в частности, реализация плана ГОЭЛРО). Российские и германские ученые до Первой мировой войны нахо-

⁶⁰ Это не значит, что круг ученых и инженеров, сложившийся в Императорском Московском университете и Императорском Московском техническом училище (откуда вышли, например, физики С. И. Вавилов и И. Е. Тамм) была менее значимой для истории науки. «Физико-технический» подход был достаточно ярко выражен и там. Сам основатель «московской школы физики» П. Н. Лебедев имел инженерное образование (первоначально он учился в Императорском Московском техническом училище и только затем уже в Страсбургском университете, занимаясь в лаборатории А. Кундта). И хорошая инженерная подготовка весьма отразилась на работе профессора Лебедева как физика-экспериментатора. Тем не менее «московская» школа имела меньше возможности перейти к масштабным приложениям к промышленности и инженерной практике. Возможно, роль в этом сыграла не внутренняя логика развития их научных идей, а то, что лидеры «московской школы» были дальше от придворных и правительственных кругов. Питерские ученые, даже если они имели «либеральные» политические взгляды, всегда имели прямой контакт с высшим руководством страны, к примеру, профессор физики, специалист в области электромагнетизма, долгое время ректор С.-Петербургского университета и инициатор создания при нем Физического института И. И. Боргман был учителем физики у будущего царя Николая II, других великих князей и сохранял связи с царской династией, а многие профессора петербургских технических вузов занимали видные позиции в соответствующих ведомствах.

⁶¹ Как писал Ч. Сноу: «Резерфорд почти не разбирался в технике. Капица вызывал у него чувство глубочайшего изумления; множество раз с нескрываемым восхищением он рассказывал, как Капица переслал свой рабочий чертеж в «Метровик», где с помощью какого-то волшебства правильно его поняли, изготовили прибор (!) и доставили в лабораторию» (Сноу. Две культуры. М.: Издательство «Прогресс». 1973. С. 43).

дились в тесном контакте, поэтому в годы войны русским ученым, работавшим на оборону, пришлось во многом компенсировать отсутствие материалов от немецких коллег за счет выработки собственной альтернативы. Так, на подвергнутых «секвестру» немецких предприятиях появились самостоятельные исследовательские центры.

Другим примером является становление российской научной школы в области оптики и одновременно формирование оптической индустрии. Яркая страница здесь – история разработки технологии и начала производства оптического стекла на Императорских фарфоровых и стекольных заводах в 1914–1917 гг., которую Кожевников, на мой взгляд совершенно справедливо, рассматривает как один из первых примеров становления практики так называемой «большой науки»⁶². Столкнувшись с полным прекращением импорта оптического стекла из Германии, Министерство Императорского двора по личному распоряжению Николая II ассигновало значительные средства на исследования и организацию производства стекла. Руководство работой осуществляли инженеры Н. Н. Качалов и И. В. Гребенщиков. Затем аналогичную работу начало ГАУ, предпринявшее строительство второго завода оптического стекла в Изюме. В качестве научных консультантов для этих работ была приглашена группа известных ученых во главе с несколькими профессорами: директором Физического института Петроградского университета Д. С. Рождественским, заведующим химической лаборатории Петроградского политехнического института Н. С. Курнаковым и деканом металлургического отделения того же института В. Е. Грум-Гржимайло. В результате этих работ в России не только было начато производство оптического стекла, но и создана научная школа прикладных исследований в области оптики, оптических материалов и оптотехники. Была создана и соответствующая производственная и научная база (несколько составлявших кооперацию предприятий и научных лабораторий, впоследствии вошедших в систему Государственного оптического института (ГОИ)). Существенно, что в ходе этих работ был опробован подход, впоследствии легший в основу так называемой «системы физтеха», когда студенты получают подготовку, непосредственно участвуя в научно-инженерных разработках «под задачу». В результате этих работ Россия стала четвертой страной мира (после Германии, Франции и Англии), получившей технологию производства оптического стекла, но при этом у нас эта задача (так же как и в случае с созданием дредноутов) решалась совершенно оригинальным путем, где роль «метода проб и ошибок», чисто эмпирического поиска «секретов производства», долгое время господствовавшего в этой области промышленности, была существенно потеснена благодаря последовательному проведению научного подхода. Именно в этот момент в стране сформировалась научная оптическая школа, которая была в XX в. одной из сильнейших в мире.

В этой связи нельзя не упомянуть недавнюю статью В. В. Поликарпова⁶³, где вводится в оборот ряд важных архивных документов и очень подробно

⁶² *Kojevnikov. The Great War...* P. 239–275.

⁶³ *Поликарпов В. В.* Оптическое стекло для русской артиллерии. 1914–1917 гг. // Вопросы истории. 2011. № 6. С. 98–110.

рассматриваются некоторые интересные исторические детали, но при этом, на мой взгляд, практически опущен историко-научный и историко-технический контекст, без которого совершенно невозможно адекватно понять данную тему. К тому же автор избирательно цитирует источники, к примеру, полностью игнорируя материал, представленный в юбилейном 217-м выпуске «Трудов Государственного оптического института» 1993 года, где содержатся документы, относящиеся к созданию ГОИ и записка Д. С. Рождественского и И. В. Гребенщикова 1918 года.

Из этих материалов, как, впрочем, и из архивных документов, выборочно цитируемых самим Поликарповым, вполне очевидно, что уже в 1916 г. была создана серьезная производственная база, полностью сформировалась научно-инженерная «команда проекта», потом составившая костяк Государственного оптического института – крупнейшего мирового центра исследований и разработок в области оптики – и был достигнут очень значительный прогресс в производстве качественного стекла. А то, что успешно начатое дело не было развито в полной мере еще в 1917–1918 гг., связано с тем, что после свержения Николая II работы на заводах ведомства Императорского двора были практически свернуты по распоряжению новой власти. Рождественский и Гребенщиков прямо пишут это в своей записке:

К весне 1917 г. обрабатывающие заводы должны были получить необходимое количество для них стекла. Было разработано 7 сортов стекла, необходимых для технических военных приборов. Опытные плавки для выработки еще новых сортов, необходимых для учебных и научных приборов, велись весьма интенсивно. На заводе образовался кадр обученных рабочих. Вся деятельность завода была сконцентрирована на оптическом стекле, громадная государственная важность которого ясно сознавалась и учеными сотрудниками-консультантами и заводоуправлением [...]

Во всех направлениях работы шли успешно и ускоренным темпом. События весны 1917 г. совершенно изменили положение дела. Заводоуправление сменилось, работы остановились, кадр обученных рабочих разошелся [...] Только в Физическом институте продолжались систематические работы как в вычислительном бюро, так и в смысле исследования однородности стекла. В вопросе об отжиге стекла здесь были получены значительные результаты⁶⁴.

Еще более важно, на мой взгляд, что в статье Поликарпова полностью выпущен из вида «системный» контекст данной проблемы – развития оптической промышленности, – который не может быть сведен к выяснению частных вопросов о том, например, сколько и какого качества стекла произвела российская промышленность в 1916–1917 гг.⁶⁵ или насколько важны были

⁶⁴ Гребенщиков И. В., Рождественский Д. С. О значении завода оптического стекла для России. Приложение к протоколу первого заседания совета ГОИ 15 декабря // Труды Государственного оптического института. 1993. Т. 83. Вып. 217. С. 22.

⁶⁵ В записке Рождественского 1922 г. утверждается, что с мая 1916 по 8 апреля 1917 г. Императорские фарфоровый и стекольный заводы произвели 206,6 пудов годного оптического стекла и летом должны были выйти на производственные мощности в 200–250 пудов в месяц, что с избытком покрывало нужды российской промышленности (Рождественский Д. С. Записка об

для создания русской технологии сведения, полученные Гребенщиковым от британских коллег во время его командировки в Англию весной 1916 г.

Организация оптической промышленности и, в частности, постановка новой технологии производства высококачественного оптического стекла в России были чрезвычайно сложной системной задачей, сопровождавшейся не только строительством заводов и запуском определенных производств, но и рядом структурных сдвигов в организации промышленности, созданием принципиально новой системы взаимодействия фундаментальной науки, образования, инженерной практики и производства. Одновременно создание индустрии по производству оптического стекла стало одним из первых примеров «больших проектов» в научно-технической сфере, осуществлявшихся при очень высокой степени государственного участия, что, в свою очередь, создало базу для последующих «мегапроектов», в том числе по созданию радаров и средств радиозащиты, атомных и ракетно-космических проектов. Наконец, создание оптической промышленности нового типа предполагало появление принципиально нового подхода к подготовке научно-технических кадров, являвшегося важным примером нового – «инженерно-физического» или «физико-технического» подхода к техническому образованию – одним из лидеров в котором стала в XX в. наша страна.

Судьба традиционной концепции инженерного образования в СССР

Следующий этап развития российской науки и техники (с 1917 г. и примерно до начала 1930-х гг.) происходил на фоне «понижительной» волны экономической конъюнктуры, усугубившейся политической катастрофой революции и Гражданской войны, приведшей к физической гибели значительной части образованного слоя общества и практически полному распаду «наукоёмкой» промышленности. В этом плане надо понимать, что период после революции был не только временем «бумажной архитектуры», но и «бумажной большой науки». Рост, начавшийся в 1920-е гг., имел в значительной степени восстановительный характер и был связан с восстановлением или введением в строй мощностей, созданных до революции. В то же время он был основан на своеобразном «социальном контракте» между большевиками и «буржуазными спецами». Его манифестом является знаменитая статья В. И. Ленина «О едином хозяйственном плане» (1921), где вождь прямо называет план ГОЭЛРО

оптическом стекле // Труды Государственного оптического института. 1932. Т. 8. № 84. С. 15–16). Важнее, однако, другое – то, что к 1917 г. в России сформировались не только ключевые производства, но и научная группа (под руководством Рождественского и Гребенщикова), оптотехническая лаборатория и вычислительный центр (под руководством бывшего преподавателя Политехнического института и Михайловской артиллерийской академии А. И. Тудоровского), а также сложилась система подготовки кадров высшего уровня (в Петроградском и Московском университетах и в Петроградском политехническом институте) и среднего звена (в открытом еще в 1900 г. механико-оптическом отделении Ремесленного училища цесаревича Николая, в советское время преобразованном в знаменитый Ленинградский институт точной механики и оптики (ЛИТМО)).

результатом работы «буржуазных спецов» и покровительственно защищает этих «спецов» от коммунистических «чинуш»⁶⁶.

Между тем период между 1918 и 1930 гг., пришедшийся на «нисходящую волну» конъюнктуры, в полном согласии с теорией «длинных циклов» явился временем очень интересных научных и идеологических поисков, во многом предвосхищающих возникновение «большой науки» и перевод науки на промышленные рельсы, возникновение крупных государственных научных центров, ориентированных на решение крупных технических задач, поставленных государством. Возникла новая форма организации науки – большие институты, – такие как Государственный рентгенологический и радиологический институт, Государственный физико-технический и физико-химический институты, Государственный оптический институт, Государственный научно-технический институт Научно-технического отдела ВСНХ, Центральный аэрогидродинамический институт. Эти новые институты, преобразованные из дореволюционных лабораторий, не только укрепляли взаимодействие науки и промышленности, но и непосредственно предвзяли практику «большой науки» второй половины XX в. Кожевниковым достаточно убедительно показано, что интеграция науки и промышленности в нашей стране начала развиваться даже раньше, чем в Европе и США. И советский опыт 1920–1930-х гг. послужил определенным примером и для «левого» академического сообщества в Великобритании, США и Франции, стимулировав появление феномена «большой науки» в этих странах⁶⁷.

⁶⁶ Этот «социальный контракт» спас жизнь многих ученых и инженеров и положил начало бурному научно-техническому развитию в СССР. Но не стоит преувеличивать его значение. До 1917 г. в России, так же как во Франции и Германии, государственная элита, чиновничество и академическая элита составляли по сути одно единое сообщество. Вопреки распространенным заблуждениям высшее чиновничество Российской империи состояло из чрезвычайно образованных и интеллектуально одаренных людей, многие из которых были выдающимися учеными (например, министры С. С. Уваров, И. А. Вышнеградский, Н. Х. Бунге, К. П. Победоносцев, Н. П. Боголепов, Г. Э. Зенгер, Н. К. Кульчицкий). Императоры Николай I и Николай II, некоторые великие князья (например, Михаил Павлович, Константин Константинович, Александр Михайлович и Сергей Михайлович), многие высшие сановники империи сами хорошо разбирались в технике и активно поддерживали научно-техническое развитие. Углубленное изучение инженерных и естественно-научных дисциплин было частью программы обучения членов царствующего дома. Так, в программу обучения наследника престола Николая Александровича (будущего императора Николая II) входили не только основательные курсы военно-инженерного и артиллерийского дела, навигационные вычисления, но и углубленный курс физики, изученный под руководством будущего основателя Физического института И. И. Борсмана (они сохранились в: Государственный архив Российской Федерации. Ф. 601. Оп. 1. Д. 176, 178, 183, 197–200). С другой стороны, крупные ученые, занимая официальные должности, в том числе профессорские и академические, имели генеральские звания или соответствовавшие им в таблице о рангах чины действительных статских и тайных советников, т. е. автоматически входили в высшее чиновничество империи. При этом занятие науками и востребованными государством техническими дисциплинами было одной из возможностей для резкого социального роста для выходцев из непривилегированных сословий. Революция изменила эту ситуацию «буржуазные спецы» стали частью идейно чуждого класса. Хотя большевистское правительство во главе с Лениным и временно поддерживало их в первое десятилетие после 1917 г., существовало объективное противоречие между ними и большевиками, что и проявилось во время репрессий конца 1920-х и конца 1930-х гг.

⁶⁷ *Kojevnikov, A. Phenomenon of Soviet Science // Osiris. 2008. Vol. 23. P. 115–135.*

Тем не менее это было развитие на «нисходящей» волне. Новые институты, как правило, имели в своей основе дореволюционные научно-технические центры, были оснащены теми же кадрами старых «буржуазных спецов» и их недавних студентов, оснащены оборудованием, закупленным главным образом до революции. Во многих случаях им были переданы большие новые здания экспроприированных особняков, фабрик и церковных учреждений, но в целом финансирование и поставки оборудования были существенно ниже, чем в предшествующие два десятилетия. Кое-какое научное оборудование начало вновь закупаться за границей только начиная с 1922 г. Но при этом было разрушено не только собственное производство приборов, но и инфраструктура закупок. Ведь фирмы вроде компании Трындиных, до 1917 г. поставлявшие оборудование для научных и образовательных учреждений, были закрыты или репрофилированы. Не случайно Тимошенко во время своего визита в СССР в 1959 г. обнаружил, что приборы и машины, созданные и закупленные до революции, не только продолжают эксплуатироваться, но и вместе с машинами, вывезенными из Германии после войны, составляют основу оборудования советских лабораторий, которые ему было разрешено осмотреть.

С другой стороны, в советских институтах и вузах наука и ее промышленное приложение были совершенно сознательно отделены от образовательного процесса. В этом разделении науки и образования было два совершенно разных аспекта, связанных со спецификой отношения нового руководства и старой научно-технической интеллигенции: 1) «мобилизация» старых научно-преподавательских кадров для решения промышленных задач (это активно делалось еще в годы Первой мировой войны); 2) своеобразная «охранительная» политика советской власти, стремившаяся ограничить участие старых научных кадров в воспитании «советской рабочей интеллигенции». Хотя большевики и заключили «социальный контракт» со спецами, они не доверяли им.

Это двойственное отношение к «спецам» было, очевидно, скрытой пружиной как репрессий против инженеров и ученых во второй половине 1920-х гг., так и попытки замены их на приглашенных из США и Германии иностранных специалистов. Реформа высшего образования 1929–1930 гг., когда практически все старые высшие технические учебные заведения были расформированы, а вместо них созданы многочисленные узкоспециальные институты, кроме задачи резкого расширения выпуска специалистов преследовала, видимо, и социальную задачу замены старой научно-инженерной элиты на новых советских специалистов.

Идеологически эта реформа означала отказ от «классической» концепции инженерного образования, описанной выше. В рамках сокращенного и узкоспециального курса, в условиях падения уровня подготовки по математике и другим общеобразовательным предметам в массовых советских школах, была уже невозможна фундаментальная научная подготовка. Различие между инженерами и техниками, столь важное ранее, стиралось. И те, и другие сливались в единую социальную группу ИТР – инженерно-технических работников. Саморегулируемые организации инженеров уничтожались, их знаки отличия не просто упразднялись, а превращались в символ «врагов народа».

Теперь уже нельзя было говорить и о целостности образования. А столь важные ранее традиционные факторы образования, в том числе влияние семьи, стремились сознательно ограничить. Единство технического и художественного образования, к которому стремились такие люди, как Кирпичев, также стало все менее возможно.

Идеологический разрыв со старой концепцией образования, однако, не означал, что он был полностью осуществлен на практике. Неформальные механизмы (семейная традиция, личный контакт с профессорами и профессионалами «старой школы») продолжали работать, несмотря на все искусственные ограничения. Своеобразной «цитаделью» старой концепции оказались и некоторые институты Академии наук, где работали в значительной степени как ученые, сформировавшиеся до 1917 г., так и молодые специалисты, получившие у них образование до реформы 1929–1930 гг.

Признавая вместе с Кожевниковым определенную пользу отделения науки и образования в контексте политики ускоренной индустриализации в краткосрочной перспективе, нельзя не видеть, что в долгосрочной перспективе этот шаг привел к серьезному ухудшению качества образования и научных исследований. Теперь научные исследования и инженерная практика стала уходить из учреждений высшего образования. Перешедшие из университетов в самостоятельные научные институты ученые, конечно, имели возможность больше познакомиться с проблемами «большой» промышленности и это сразу принесло определенные результаты. Но проблема в том, что студенты новых советских институтов, потеряв живой контакт и опыт совместной работы с действующими учеными и инженерами, тем самым потеряли и возможность приобщиться к той целостности образования, как единства научного знания и практической реализации, которая составляла важнейшую основу русской инженерной традиции.

Кроме того, если верно, что советская «большая наука», в частности, в рамках Академии наук СССР, явилась результатом своего рода «социального контракта» между большевиками и подготовленными при царской власти «спецами», то так же верно, что не только «социальный контракт», но и конфликт между «комиссарами» и «спецами» воспроизводился в каждом следующем поколении. Позднесоветский подспудный конфликт между «хозяйственниками» и «партийцами» и даже современные непростые отношения между «профессионалами» (в том числе инженерами и учеными) и «менеджерами» содержат в своем генезисе это порожденное революцией и до сих пор не разрешенное противоречие: владеющие определенной компетенцией, знанием *know how* специалисты отделены от распоряжения административными и финансовыми ресурсами и от образования (которое тоже рассматривалось как властный ресурс).

Это также был удар по «целостности» образования, ведь, как мы видели выше, традиционно инженер воспитывался и как руководитель производства. Ликвидация рыночной экономики и сосредоточение высоких технологий исключительно в крупных государственных предприятиях привели к «отмиранию» целого ряда инженерных компетенций (в частности, «экономической» и «менеджерской»). Инженер в СССР все больше утрачивал роль руководителя предприятия, которая переходила к «партийному работнику» или «хо-

зайтвеннику». Отголоском старого понятия об инженере являлся разве что советский феномен «генерального конструктора» – человека, обладавшего целостным пониманием ситуации и стратегических задач, сосредотачивавшего в своих руках одновременно стратегическое, научно-техническое и кадровое руководство крупным высокотехнологичным проектом. Впрочем, система советского образования не была ориентирована на воспроизводство «генеральных конструкторов» в значимом качестве, и их профессиональный уровень в позднем СССР неуклонно падал.

Между тем разрыв науки, технической практики и образования привел уже в 1940-е гг. к «кадровому голоду» – дефициту ученых и инженеров с наиболее высоким качеством подготовки. Как показано А. А. Печенкиным⁶⁸, именно этот кризис образования являлся побудительным мотивом создания физико-технического факультета Московского университета, а затем и Московского физико-технического института в 1944–1952 гг. Те же цели преследовало как создание целого ряда новых институтов и спецфакультетов, так и частичное восстановление старых институтов (например, Московского высшего технического училища, расформированного в 1930 г. и превращенного в пять институтов на базе отдельных факультетов)⁶⁹. В целом реформа вузов 1943–1945 гг. была прямо противоположной реформе 1930 г., уничтожившей старые технические школы как символы старого порядка и форпосты «старой технической интеллигенции». Меры, принятые в 1940-е гг. в результате осмысления первых лет войны, напротив, были явно направлены на восстановление преемственности со старой традицией инженерного образования.

Замечательно и то, что большинство крупных ученых, стоявших у истоков МФТИ и являвшихся авторами обращений к И. В. Сталину и членам советского правительства (прежде всего Капица, но также и Иоффе, Крылов, А. И. Алиханов, Семенов), были непосредственно связаны с «физико-технической» традицией Петроградского политехнического института императора Петра Великого и принадлежали к группе выходцев из Петербургского политехнического института, группировавшейся вокруг В. В. Скобельцына, а потом Иоффе и до 1917 г. и занимавшихся электро- и радиотехникой, оптикой и физико-химическими исследованиями для горнозаводской промышленности. Другая группа («механиков»), группировавшихся вокруг Мещерского и самого Крылова, была представлена значительно слабее. По-видимому, это отразилось на учебных программах МФТИ, где механика систем (сопротивление материалов, механика сплошных сред, теория упругости) фактически не представлена. Сам Капица, сын генерал-инженера, выпускник Петроградского политехнического института и участник семинаров Иоффе и Рождественского, в годы Первой мировой войны был в каком-то смысле идеальным носителем «идеи физтеха», как она сформировалась в начале XX в.

В 1940–1950-е гг. «классическая» концепция инженерного образования и ее наиболее последовательный вариант в виде физико-технического образова-

⁶⁸ Печенкин А. А. Элитарное физико-техническое образование в СССР: годы холодной войны // История науки в философском контексте / Ред. А. А. Печенкин. СПб., 2007. С. 338.

⁶⁹ Параллельно было восстановлено и юридическое и историко-филологическое образование, фактически, уничтоженное после революции.

ния восстанавливаются, хотя и не в полной мере. Качество обучения в школе растет, а массовость обучения техническим специальностям хотя бы в части институтов получает содержательную глубину. «Система физтеха» частично восстанавливает взаимосвязь образовательного процесса и академической науки. На этом фоне были достигнуты наиболее выдающиеся достижения отечественной техники: атомный проект, запуск спутника и полет человека в космос, научные достижения и новые технологии, в том числе создание лазерной техники. Во всех этих работах решающую роль играли две поколенческие группы: 1) ученые и инженеры, получившие среднее и высшее образование до 1917 г. или по крайней мере до реформы 1929–1930 гг., когда система технического образования сохраняла существенную преемственность с дореволюционной; 2) послевоенное поколение, получившее образование на фоне частичного восстановления в правах традиционной концепции инженерного образования и создания на ее основе новых вузов «физико-технической» направленности.

Подытоживая, можно сказать, что достижения отечественной науки даже и в послевоенный период едва ли были бы возможны, если бы в предыдущие сто лет развития в нашей стране не был создан выдающийся образовательный и научный потенциал, в значительной мере опирающийся на уникальную концепцию инженерного и физико-технического образования, описанную выше.