

УДК 001.8

DOI: 10.31249/scis/2022.02.01

Али-заде А.А.*

НОВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ: ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ, ПРАВОВОЙ И ЭТИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ

Ali-zade A.A.

NEW ENGINEERING: EDUCATIONAL, LEGAL AND ETHICAL ASPECTS

Аннотация. В статье описывается процесс рождения новой инженерии, являющейся следствием трансформации общества в социально-техническую систему. Рассматриваются образовательные, правовые и этические инновации в инженерной области.

Ключевые слова: инженерия; технологическое развитие; социально-техническая система; инженерное образование; инженерное право; этика инженерии.

Abstract. The article describes the process of the birth of new engineering, which is due to the transformation of society into a socio-technical system. Educational, legal and ethical innovations in the engineering field are considered.

Keywords: engineering; technological development; socio-technical system; engineering education; engineering law; engineering ethics.

* *Али-заде Александр Алиевич* – кандидат философских наук, Центр научно-информационных исследований по науке, образованию и технологиям ИНИОН РАН, Москва, Россия.

Ali-zade Alexander A. – PhD in Philosophy, The Centre for academic research and informational studies on science, education and technologies, INION, RAS, Moscow, Russia.

Прикладное понятие «инженерия» определяется через фундаментальное понятие «технология». Фундаментальный для развития общества технологический прогресс обуславливает историческую последовательность инженерных парадигм, так что инженерно-технологии невозможно отделить от ее исторического и социального контекстов. При этом инженерия-технология может быть не только материальной, но и организационной, и социальной.

Компьютерные технологии, передавшие инженерным автоматизированным системам выполнение многих задач, традиционно выполняемых человеком, привели к формированию инженерно-технологической парадигмы XXI в. [Automation, task ... , 2013]. Инженерия попала в новый, чрезвычайно динамичный, социальный контекст взаимодействия человека и автоматики (ВЧА). В условиях нынешней трансформации социальной системы в социально-техническую систему, в которой социальная и техническая стороны уже не автономны, но неотделимы друг от друга, сплавлены в единое целое, прогресс автоматизированных систем, казалось бы, существенно облегчающих рабочую нагрузку операторов и повышающих безопасность ВЧА, как это ни парадоксально, увеличивает значимость человеческого фактора. Но такова логика прогресса автоматизации. Поначалу автоматизированные системы были достаточно «грубыми»: они снижали рабочую нагрузку операторов, когда она уже была низкой, и повышали при ее росте. Тот же процесс происходил и в медицине, где анестезиологи пытались преодолеть «грубость» систем физиологического мониторинга, адаптируя их к задаче минимизации своей когнитивной работы и часто отказываясь от некоторых возможностей этих систем. Рост автоматизации изобилует примерами неудачных инженерных замыслов, например в атомной энергетике, создающих риски катастрофических человеческих ошибок.

Как выгоды, так и проблемы ВЧА часто относят именно к инженерным, конструкционным особенностям автоматизированных систем, либо облегчающим, либо мешающим им. Однако столь же важными в социально-технической системе факторами выступают сами операторы. Вынужденные согласовывать свои когнитивные усилия с поведением инженерных систем, они становятся буквально их частью. Так, снабжение кабины пилота авиалайнеров системой управления полетом (СУП) явилось радикаль-

ной инновацией, позволившей точно решать навигационные задачи. Но особенности конструкции и интерфейса СУП создали определенные проблемы для ее операторов. Программирование СУП предполагает некоторые «избыточные» когнитивные усилия и действия пилотов, связанные с выбором подходящего режима полета. И хотя новейшие автоматизированные системы смягчили подобные проблемы, конструкционные характеристики СУП остаются все еще несовершенными.

ВЧА формируется множеством индивидуальных переменных человека. Например, инженерные кадры, работавшие с инженерными системами относительно низкой технологии и чувствовавшие себя комфортно в таких условиях, не готовы отслеживать показания современной высокотехнологичной автоматики, которая требует иных навыков, чем навыки «ручного» управления. Некоторые индивидуальные человеческие переменные рассматриваются как прямые факторы техногенных происшествий. Большое влияние на ВЧА также оказывают условия, в которых операторам приходится действовать. Одно из обычных условий действий в высоко динамичном режиме ВЧА – дефицит времени, связанный с быстрым поиском информации, например при аномальных показаниях автоматики для диагностики ошибок. Дефицит времени в сочетании с возможными конструктивными недоработками автоматизированной системы могут значительно снизить способность оператора взаимодействовать с ней.

На работу с современными инженерными системами влияет также взаимодействие таких переменных, как задачи и контекст выполнения задач, рабочая нагрузка, управление задачами, контролирование показаний автоматизированных систем, уровень понимания автоматики, уровень осознания конкретных ситуаций ВЧА, понимание вероятности связанных с автоматикой ошибок. Так, анализ предпочитаемых операторами стратегий ВЧА обнаружил, что в ситуациях сильного дефицита времени и сложности задачи операторы предпочитают простой выбор, чтобы быстро принять решение и свести к минимуму нагрузку на свои когнитивные ресурсы. Удивительно, но не было замечено какого-либо воздействия конструкционных особенностей автоматизированной системы на уровень ее понимания. Этот результат интересен в том смысле, что, оказывается, «человек без особых усилий адаптирует

свои когнитивные ресурсы и свое поведение к достигнутому уровню автоматизации в процессе ее роста и прогресса, поэтому и демонстрирует один и тот же уровень понимания автоматизированных систем независимо от их усложнения. Как бы автоматика ни усложнялась, решения, особенно критические, остаются за “человеческим фактором”» [Automation, task ... , 2013, p. 392].

Социально-техническая система, в которую трансформировано современное общество, требует от инженерии гораздо большего интегрирования в ее социальный контекст. В связи с этим большой критике подвергается традиционная практика инженерного образования, основанного на специализации как факторе разобщения не только между специалистами, но и между технологиями и обществом. Критики призывают вернуться к инженерно-образовательной практике полувековой давности, когда готовились специалисты более широкого профиля, что обеспечивало достаточную интеграцию технологического развития в общественное развитие в целом [Siller, Johnson, 2010].

Процесс инженерной разработки имеет свою структуру. Начальное звено этой структуры – определение концепции инженерного замысла, т.е. идентификация инженерной задачи. Это самая ранняя и важная фаза инженерной разработки, требующая обширных знаний, поскольку формулирование концепции есть всегда выход в область интеграции идей. Это означает, что инженеры должны быть специалистами не узкого, а широкого профиля – владеть навыками отбора идей в междисциплинарном исследовательском поле. В сущности, повторяющиеся в технологическом развитии фазы формулирования нового инженерного замысла, когда формулируется концепция задачи, соответствуют обнаруженному Т. Куном алгоритму научного развития. Он состоит в смене парадигм, каждая из которых и есть «формулирование концепции задачи», взрывающее рамки опыта «специализации» предыдущей парадигмы.

Инженеры должны обладать способностью основывать новые технологические парадигмы, т.е. обеспечивать собственно технологическое развитие, а для этого необходимо быть не только специалистом в узком смысле, но и профессиональным интегратором знаний. В технологическом развитии, если оно осуществляется «по Куну», нельзя выбирать между специализацией и интегра-

цией, поскольку специализация и интеграция – необходимые фазы развития и смены технологических парадигм. Фаза специализации соответствует представлению Т. Куна о развитии внутри парадигмы, а фаза интеграции – его представлению о переходе к новой парадигме. Вообще тенденция специализации (разъединения) и тенденция интеграции – неотъемлемые стороны социального развития, базовой частью которого выступает технологическое развитие. В социальной истории технологическое развитие всегда воспринималось именно как фактор разъединения. С появлением самых первых технологий в обществе возникли и специализированные (технологические) роли – фермеров, священников, разного рода служащих. С тех пор технологическое развитие наращивает специализацию. Хорошая этому иллюстрация – развитие авиационных технологий.

Изобретатели первых самолетов пришли из самых разных профессий, и это демонстрирует интеграционную фазу в становлении новой технологической парадигмы. Первые авиационные инженеры создали прежде всего поле интеграции знаний, где зародились плодотворные технологические идеи. Затем с инженерной разработкой этих идей пришло время специализации – работы профессиональных авиаконструкторов уже внутри парадигмы, когда базовая технологическая идея не менялась, а лишь модифицировалась. Это «спокойное» развитие наращивало потенциал новой базовой технологической идеи, например идеи реактивной авиации. Соответственно пришла очередная фаза интеграции – потребовались новые знания. Последующая специализация стала «строже» в связи с ростом «специализации» самой базовой технологической идеи. В авиационную инженерию уже не могли прийти простые энтузиасты-любители. Там уже существовал корпус специальных знаний, который и стал заслоном для «случайных» людей.

Нобелевский лауреат, физик Ф. Андерсон, полагая, что специалисты обеспечивают интенсивное, а интеграторы – экстенсивное развитие, оценивает специализацию в науке (интенсивное погружение в разъединенные между собой и все больше отчуждающиеся друг от друга области знания) явно негативно и даже с сатирическим оттенком: «Чем больше специалисты в области физики элементарных частиц рассказывают нам о фундаментальных законах природы, тем в большей степени они выглядят инопланетянами в

отношении реальных проблем остальной науки, не говоря уже о реальных проблемах общества» [Anderson, 1972, p. 393].

Ф. Андерсон пишет о практике науки, но это также и практика инженерии. Специализированные инженерные области все более сужаются и взаимно разобщаются, и инженерные специалисты утрачивают способность широких, прорывных технологических решений. Стоявшие у истоков авиационной инженерии братья Райт были подлинными интеграторами в разработке технологических идей. Нынешние же авиационные специалисты интенсивно знают лишь «свой» технологический фрагменты самолета, но не являются специалистами по самолету в целом, поэтому от них просто не приходится ждать новых базовых технологических идей. Основанное на подобной фрагментации знаний технологическое развитие с большой вероятностью придет к этапу «топтания на месте». Следовательно, специализация вполне может быть вредной для самого импульса к развитию – в технологии в частности и обществе в целом, в том числе в науке.

Единая программа инженерного образования в период после Первой мировой войны включала изучение двух научных областей – естественных наук и инженерных наук. Естественные науки – физика, химия и математика – изначально формировали основу инженерного образовательного курса. Инженерные же науки – статика, динамика, термодинамика, механика жидкостей, электрические сети и т.д. – были призваны обеспечить переход от естественных наук к практической инженерии. Рост специализации в инженерии не мог не сказаться и на инженерном образовании, где сильно пострадала база знаний, поскольку было сокращено преподавание естественных и инженерных наук.

Самый первый шаг инженерной разработки – определение задачи. На этой начальной стадии происходит сбор и синтез информации с целью развить понимание решаемой задачи. Здесь большую роль играет то, что можно назвать профессиональным фоном инженеров. Очень часто профессиональный фон толкает не к инновационным решениям, а к определенному классу решений, на которые инженеры «натренированы» в период своего специализированного образования.

Стадия определения задачи плавно перетекает в ключевую стадию процесса оформления технологического замысла – постро-

ение концепции замысла. И на этой стадии чрезвычайно важно чувствовать меру информации: слишком много детализированной информации о предмете не позволяет постичь его образ, т.е. смысл, который шире любой детализированной информации и постижение которого есть инновация, открытие. Подобный баланс информации должен быть соблюден при вхождении в суть инженерной задачи, чтобы заработало воображение. Образовательная подготовка инженера должна привить ему навык выкристаллизовывать из известной ему информации «образ» предмета, что и будет выполнением задачи построения концепции замысла. Чрезмерно детализированная (специализированная) информация плохо влияет на определение инженерной задачи, поскольку уводит «образ» в тень частей, деталей, и инженер не может предложить инновационную концепцию замысла. Технологическое развитие, органически связанное с ростом своей специализации, перестает быть развитием через смену технологических парадигм. И это реальная угроза, с которой необходимо бороться путем реформирования всей системы инженерного образования.

Для инженерной профессии нужен новый образовательный курс. И в нем не должны быть упущены достоинства специализации, связанные с развитием инженерного дела «вглубь» – практикой высокопрофессионального решения частных инженерных задач. Разумеется, реформа инженерного образования встретит немало трудностей. Каждая из существующих инженерных дисциплин испытывает давление промышленности, требующей непрерывного дисциплинарного разрастания, т.е. роста специализации. Инженерное образование не должно поддаваться этому давлению, нужно понять, что достоинства специализации только тогда не превратятся во вред, когда будут введены в контекст инженерии, развивающейся через смену технологических парадигм. Необходимо инженерное образование, в котором технологический замысел преподавался бы именно в качестве главного образовательного курса. Это было бы преподаванием представления о профессии, которая призвана выполнять важнейшую общественную задачу технологического развития – задачу создания новых технологических парадигм, что невозможно без помещения инженерной профессии в междисциплинарное поле [Siller, Johnson, 2010, p. 221].

Развитие инженерии в парадигме социально-технической системы (СТС) по-новому поставило проблему права интеллектуальной собственности в инженерной области именно с учетом созданной компьютерными технологиями СТС. Потребовалась разработка единой теории права, объединяющей инженерно-технологическую, общество и экономику. В силу этой интеграционной задачи искомая единая теория права не должна впасть ни в технологический детерминизм, ни в правовой формализм позитивистского толка, рассматривающий право как «систему для себя». Обращение к экономической составляющей триады «инженерия (технология) – общество – экономика» также не должно стать теорией экономического детерминизма в отношении технологии, как и не должно подчинить экономический анализ понятиям «право», «технология», «общество» [Trosow, 2010, p. 30].

В экономическом анализе очень важна позиция, включающая две альтернативы: экономику СТС можно выстраивать или с позитивистских экономических позиций, или с позиций критической политической экономии. В настоящее время магистральным экономическим мировоззрением является экономический позитивизм, а периферийным – мировоззрение с позиции критической политической экономии. Позитивистское экономическое мышление основывается на допущении, что система свободного рынка – рыночного ценообразования – представляет идеальный механизм управления производством и распределением, а также использования интеллектуальных благ (информации, знания) и технологий. Однако плохо то, что экономический позитивизм относится к интеллектуальным благам и технологиям как к товару, игнорируя их качество общественного блага. Рыночная категория товара, предусматривая личное и частное блага товарной продажи / товарного потребления, не предусматривает общественного блага. Для экономического позитивизма благо – это товарное благо, а товарное благо является личным и частным, но не общественным. Поэтому экономический позитивист мыслит в отношении интеллектуальных благ и технологий исключительно в «товарной» терминологии – их слабого производства, если недостаточно гарантированы рыночные побуждения изобретателей, конструкторов, собственников и продавцов. В «товарном» же понимании предстает и проблема защиты интеллектуальной собственности – как проблема защиты

любой собственности на рынке. «Товарная» интеллектуальная собственность требует экспансии своих прав, иначе ее рыночные интересы будут подорваны пиратским присвоением, особенно облегченным в парадигме СТС.

В отличие от экономического позитивизма критическая политическая экономия рассматривает рынок как механизм, игнорирующий в интеллектуальных благах и технологиях качество общественного блага. С позиции политического экономиста это представляется большим недостатком рынка и требует введения для интеллектуальных благ и технологий статуса особого товара, измеряемого качеством общественного блага. Поэтому позиция политического экономиста и называется критической (по отношению к экономическому позитивизму). Для критической политической экономии общественное благо знаний и технологий не только не «проблема» рынка (как для экономического позитивизма), но и необходимое его измерение. Оно открывает горизонт нового понимания рынка как единства социальных и экономических явлений – нового понимания рыночных издержек / выгод, учитывающих качество общественного блага информации, знаний, технологий. Соответственно и интеллектуальная собственность (авторское право) получает новое – «нетоварное» – видение. Интеллектуальная собственность – это особая собственность, она принадлежит не только своему производителю, но и обществу. Поэтому защита прав интеллектуальной собственности – это защита и авторской, и общественной собственности. Здесь не должно быть неравенства ни в пользу авторского, ни в пользу общественного права. Как выровнять и те и другие права в СТС – задача формирования единой теории права, технологии, общества, имеющая перспективу успеха при обращении к экономическому анализу с позиций критической политической экономии [Trosow, 2010].

Парадигма СТС создана инженерией – компьютерными технологиями. Поэтому инженерия в СТС приобретает несравненно большее значение, чем это было в прежних общественных парадигмах. Масштабное изменение социальной и экономической роли инженерии потребовало, как видим, пересмотра основ образования и права в инженерной области. Исследователи также ставят вопрос о новой этике инженерии, полагая, что следует отказаться от тра-

диционного понимания ответственности в отношении технологии, когда ищут «виновных» при негативных «аутсайдерских» оценках уже готового и работающего в обществе инженерного продукта. Нужна новая этика инженерии, непрерывно действующая на всей стадии инженерных разработок и не связанная с поиском «виновных» [Doorn, Fahlquist, 2010].

Этика инженерии, появившаяся в начале 1970-х годов, была следствием ряда скандальных технологических прецедентов. Эта прикладная этика фокусировалась на вопросах персональной ответственности за технологические неудачи или бедственные последствия технологического развития. Однако подобный подход стал вызывать нарастающую и в 1990-е годы достигшую апогея критику по логичному соображению, что инженерные разработки – это коллективная деятельность, а ответственность, которую невозможно установить для коллектива, всегда носит персональный характер. Получается, что любая коллективная деятельность представляет реальный случай коллективной безответственности, не поддающийся моральной оценке в принципе. Можно было бы возложить ответственность на коллектив в целом, но в таком случае возникает несправедливая ситуация, когда одни люди должны отвечать за деяния других.

Вместе с тем коллективное дело технологии имеет объективное моральное измерение, поскольку, как и всякое дело, может принести людям и благо, и вред. Значит, просто нужна иная этика инженерии, отличная от традиционной «обвинительной», навязанной аутсайдерами технологии, стремящимися возложить вину на инсайдеров персонально или коллектив в целом. Требуемая этика – это не назначение аутсайдерами коллективных либо персональных «виновных», а принятие на себя ответственности инсайдерами в течение всего периода разработки технологии. В этом и состоит существенная разница между обеими прикладными этиками – этикой «пассивной ответственности» (когда ответственность на кого-то кем-то возлагается) и этикой «активной ответственности» (когда кто-то сам принимает на себя ответственность) [Bovens, 1998, p. 133].

«Активная ответственность» инсайдеров технологии означает, что они уже в фазе инженерного замысла берут в расчет его возможные вредные последствия и думают об их предотвращении,

тем самым наделяя инженерию социальным и моральным измерениями, рассматривая ее с точки зрения ее приемлемости. Таким образом, этика «активной ответственности» инсайдеров инженерии требует своей актуализации в рамках социологии технологии: технология рассматривается не «сама по себе», а в качестве социального (и, следовательно, имеющего моральное измерение) феномена. И только тогда инженерная разработка будет с самого начала неотделимой от социологической (моральной) рефлексии инсайдеров этой разработки [Lynch, Kline, 2000].

В конце 1960-х годов пришло понимание, что технологическое развитие, хотя и нацеленное на позитивный вклад в общество, часто имеет в качестве побочного эффекта неумышленные негативные последствия. Тогда были сделаны первые попытки управлять технологическими разработками, используя подход «оценка технологии» (ОТ), призванный заранее обнаруживать у технологии негативное «социальное поведение». Данная методология позволила включить «входной» контекст технологической разработки в «выходной» контекст принятия решения по технологии. Методология ОТ явилась ранней попыткой включить менеджмент технологии непосредственно в процесс инженерной разработки. В дальнейшем для устранения недостатков этой ранней попытки была разработана методология ОТ второго поколения. Однако для эффективного решения задачи контроля непосредственно всей фазы инженерной разработки понадобилось третье поколение методологий ОТ, названных в компьютерных терминах оценкой технологических разработок в режиме реального времени, направленных на «инициирование скорее инновационного процесса, нежели на простое управление “чужим” процессом» [Sarewitz, 2005].

Методологии третьего поколения ОТ встраивают знания непосредственно в процесс технологического развития и, таким образом, прямо участвуют в конструировании этого процесса. Они нацелены на «формирование самой траектории технологического развития, чтобы повысить качество и эффективность решений по научно-техническому развитию в отношении их социальных последствий» [Doorn, Fahlquist, p. 225]. То есть «оценка технологии должна быть понята как исследовательская практика, внутренняя для процесса инженерного производства, обеспечивающая более глубокое участие ученых и инженеров. Это путь не только к

большей социальной ответственности научно-технического развития, но и к повышению профессионализма и эффективности этого развития» [Doorn, Fahlquist, p. 228].

Такова новая этика инженерии или, точнее, этика новой инженерии, не «внешняя», но «внутренняя», непосредственно встроенная в осуществление инженерных проектов и помогающая проектантам включать знания, которые в ином случае остались бы невостребованными, а проекты – выполненными с ущербом для их потребителей. Новая этика определенно обеспечивает эффективное и профессиональное распределение ответственности в инженерном производстве, где инженерные проекты выполняются с минимумом издержек по внутренним (техническим) и внешним (для общества) обязательствам. Этика инженерии могла бы рассматриваться как «адвокат общества» в смысле защиты общественных интересов от угроз и рисков для людей и среды через инициирование дискуссий в отношении этих угроз и рисков и управление ими. Этическое обеспечение инженерных разработок призвано именно к управлению ими, а не их ограничению. В этом состоит новая роль этики инженерии: представители этой прикладной этики выступают инсайдерами (интегрированными участниками) осуществления инженерных проектов, но не как технологи, а как профессионалы своей науки. В подобном сотрудничестве стороны не посягают на профессиональные территории друг друга, поэтому возрастает техническая и социальная эффективность инженерной сферы.

Список литературы

- Anderson P.W. More is different // Science. – 1972. – N 177. – P. 393–396.
- Automation, task, and context features : impacts on pilots' judgments of human-automation interaction / Mosier K. [et al.] // Journal of cognitive engineering and decision making. – 2013. – Vol. 7, N 4. – P. 377–399.
- Bovens M. The quest for responsibility. Accountability and citizenship in complex organizations. – Cambridge (England) : Cambridge univ. press, 1998. – 266 p.
- Doorn N., Fahlquist J. Responsibility in engineering : toward a new role for engineering ethicists // Bulletin of science, technology & society. – 2010. – Vol. 30, N 3. – P. 222–230.
- Lynch W., Kline R. Engineering practice and engineering ethics // Science, technology & human values. – 2000. – Vol. 25, N 2. – P. 195–225.

Sarewitz D. This won't hurt a bit : assessing and governing rapidly advancing technologies in a democracy // Rodemeyer M., Sarewitz D., Wilsdom J. The future of technology assessment. – Washington, DC : Woodrow Wilson International Center for Scholars, 2005. – P. 14–21.

Siller T., Johnson G. Specialization : a detriment to problem conception // Bulletin of science, technology & society. – 2010. – Vol. 30, N 3. – P. 214–221.

Trosow S. Law and technology theory : bringing in some economic analysis // Bulletin of science, technology & society. – 2010. – Vol. 30, N 1. – P. 30–32.