



УДК 330.34; 336.01; 336.76

Инженерия: интеллектуализация труда и когнитивная деятельность

*Николаевский В. В., канд. экон. наук, доцент;
Шамардина И. А., канд. экон. наук, доцент
Белорусский национальный технический университет,
220013, Беларусь, г. Минск, пр-т Независимости, 65*

Аннотация. В статье обосновывается понятие инженерии как способности человека к инновационной деятельности и определяется его когнитивными способностями. Развиваясь как уникальные способности отдельных личностей, в настоящее время инженерия становится объективной необходимостью каждого специалиста. Это объясняется действием закона экспансии разума и его следствия как закономерности эволюции общественного развития. Эта закономерность заключается в поэтапном вытеснении живого труда и замещении его интеллектуальной деятельностью. Связанная с этим объективная потребность в развитии когнитивных способностей человека ставит перед системой образования задачи не формального отношения к обучению, а создания современной национальной информационно-коммуникационной системы образования и обучения на протяжении всей жизни – образовательной экосистемы. Предложенная архитектура такой системы образования может быть интегрирована в образовательные системы более высокого уровня, создавая интегрированную глобальную систему подготовки специалистов, обеспечивающих развитие когнитивных способностей и формирующих инженерный подход к решению актуальных задач в различных сферах человеческой деятельности, и обеспечивая устойчивое экономическое развитие предприятия, региона, государства.

Ключевые слова: инженер, замещение живого труда, образование, когнитивные способности, система образования, обучение на протяжении жизни, информационное пространство, технологическое пространство, пространство когнитивной деятельности.

Engineering: Labor intellectualization and cognitive activity

*Nikolaevsky V. V., Shamardzina I. A.
Belarusian National University of Technology*

Annotation. The article substantiates the concept of engineering as a person's ability to innovate and is determined by his cognitive abilities. Developing as unique abilities of individuals, engineering is now becoming an objective necessity for every specialist. This is explained by the action of the law of expansion of reason and its consequences as a pattern of evolution of social development. This pattern consists in the gradual displacement of living labor and its replacement by intellectual activity. The related objective need for the development of a person's cognitive abilities poses the task of the education system not of a formal attitude to learning, but of creating a modern national information and communication system of education and lifelong learn-



ing. The proposed architecture of such an education system can be integrated into higher-level educational systems, creating an integrated global system of training specialists who ensure the development of cognitive abilities and form an engineering approach to solving urgent problems in various spheres of human activity and ensuring sustainable economic development of an enterprise, region, state.

Keywords: engineer, substitution of living labor, education, cognitive abilities, education system, lifelong learning, information space, technological space, cognitive activity space.

Введение. Рассматривая разнообразные подходы к определению понятия инженерии, можно с уверенностью говорить о том, что в самом общем виде это свойство разума ставить и решать задачи по преобразованию окружающей среды [1]. Такой вывод следует из работ Л. Моргана [2] и Ф. Энгельса [3], рассмотревших в ретроспективе развитие цивилизации и ставящих когнитивную деятельность во главе этого процесса.

Ретроспектива и современность инженерии. Инженерия, как способность и потребность к творчеству зародилась на заре формирования человеческой цивилизации. Можно предположить, что первые инженеры как представители профессионального сообщества формировались как в среде ученых, создававших оборудование для своих исследований, так и среди ремесленников, создававших устройства для облегчения своего труда. В конечном итоге, вся эта естествоиспытательная деятельность была направлена на формирование нового знания, в широком его смысле, и разработку технологий получения, развития и управления им. А это были уникальные люди, такие, как, например, Леонардо да Винчи или Никола Тесла, Пифагор и Парацельс, М. В. Ломоносов, И. П. Кулибин, И. В. Курчатов, а также многие другие, обладающие набором уникальных талантов и способностей, результаты труда которых поражают сознание ученых и практиков и которыми мы пользуемся до настоящего времени [4; 5]. Они должны были сочетать в себе одновременно качества художника и архитектора, специалиста по вопросам артиллерии и фортификации, математика и естествоиспытателя, врача и алхимика. По мере общественного развития сформировалась профессия инженера и определилась его миссия в общественном развитии – создание на основе использования природных ресурсов, естественнонаучных знаний и практического опыта искусственных материальных объектов (зданий, сооружений, машин, механизмов и др.) и технологий использования этих объектов, ориентированных на формирование комфортной среды жизнедеятельности людей.

Из отдельных одаренных людей, обладающих уникальными способностями, под воздействием объективных потребностей общественного развития сформировался слой профессиональных работников – инженеров. Заметим, что становление инженерной профессии – это комплексный и системный процесс взаимодействия способов общественного производства, техники и технологий, с одной стороны, и одаренных людей с их когнитивными способностями, с другой стороны. Становление профессии инженера – это динамический процесс, затрагивающий и изменяющий все аспекты общественного развития: технику, технологии и способ производства; общественно-экономические отношения и политические институты; общественное сознание и психологию; науку и образова-



ние. При этом когнитивные способности инженеров и способ производства, характеризующийся использованием на практике достижениями инженерной мысли, следует считать комплементарными активами [6]. Данные активы, взаимодействуя друг с другом, усиливая и развивая друг друга, приводят к синергетическому эффекту общественного развития и определяют его нелинейный характер [7], а также смену технологических укладов [8]. Заметим, что в основе технологических укладов лежат инженерные разработки – рис. 1.

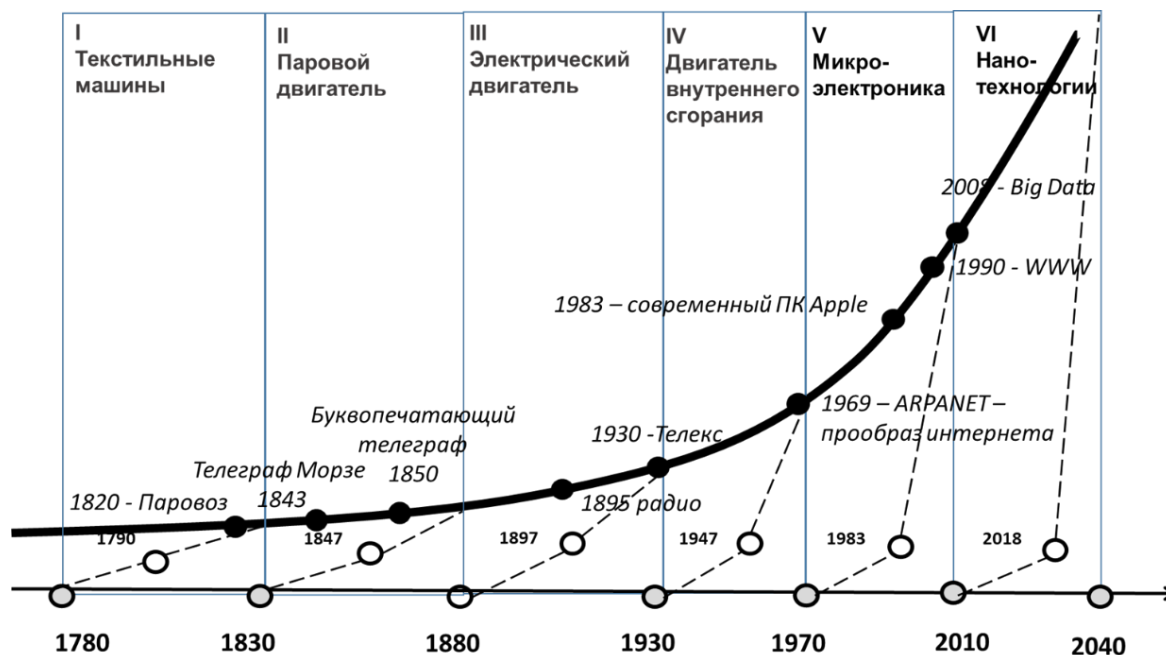


Рис. 1. Связь инженерной деятельности, информационно-коммуникационных технологий и нелинейности общественного развития

Как видно из рис. 1, доминирующей тенденцией мирового развития являются информационно-коммуникационные технологии и инженерные разработки в этой сфере. Влияние процесса распространения информации в глобальном масштабе и технологий, обеспечивающих ее получение, распространение, обработку и хранение оказывают синергетический эффект на темпы экономического развития [9]. Новые технологические решения в производстве, обеспечивающие экономический рост, создают объективные условия и спрос на распространение знаний и информации об этих технологиях. В свою очередь, информация создает условия для развития когнитивной деятельности, получения новых знаний в сфере разработки новых технологических решений как в области производственных технологий, так и в области систем распространения информации. Все это создает объективные условия для перевода экономики на «рельсы экономики знаний». Основной фигурой и производительной силой в новых экономических условиях становится инженер, в широком смысле этого понятия.

Деятельность профессионального инженера по мере общественного развития все время усложнялась и требовала новых знаний. В настоящее время инженерная деятельность имеет преимущественно интеллектуальный характер, а для достижения высоких результатов требует мультидисциплинарных знаний и аналитического образа мышления. Инженер-профессионал в своей деятельности



находится на передовых позициях и создает инновационные решения как симбиоз фундаментальных знаний, знаний новейших технологий, принципов и использования современных методов проектирования, принципов, эффективных концепций и методов в области организации производства и управления им и др. При этом, все это изначально требует развития когнитивных способностей и, как следствие, построения эффективного образовательного процесса по подготовке специалистов в области инженерии.

Когнитивная деятельность в контексте общественного развития. Акцентируем внимание на том, что понятие инженерии уже давно вышло за рамки понимания специальности инженера как специалиста технического профиля, «умеющего строить паровозы» [10]. В науке и практике появляются новые направления инженерной деятельности такие, как, например, геновая инженерия, включая и ее аграрный аспект [11], инженерия знаний как возможность выявления направлений научных исследований в интересующих областях [12], системная инженерия (system engineering – системотехника) как совокупность методов и приемов проектирования больших технических и социальных систем [13], финансовая инженерия как система знаний для конструирования разнообразных финансовых инструментов [14] и др.

Обобщая приведенную информацию, можно на системной дать определение инженерии как деятельности по проектированию, разработке и реализации инновационных проектов и инструментария по их реализации. И на этой основе построить универсальную модель инженерной деятельности, приведенную на рис. 2.

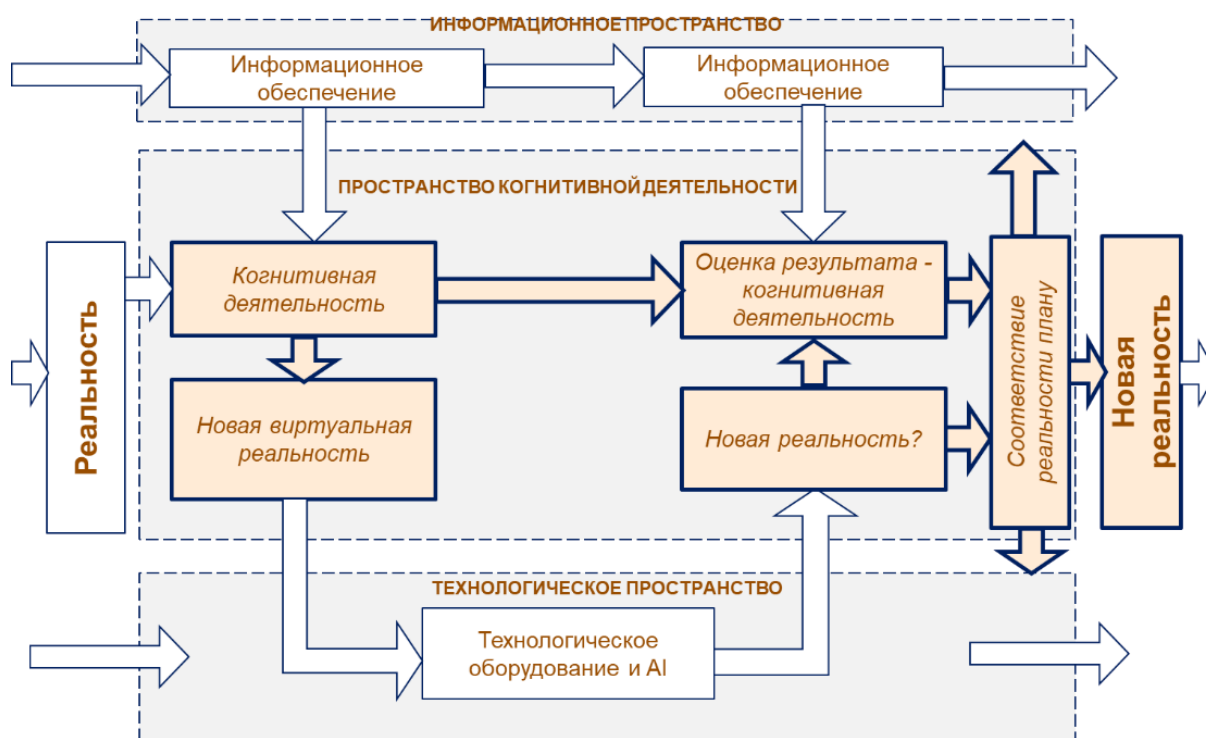


Рис. 2. Универсальная системная модель инженерии в контексте когнитивной деятельности



Как видно из приведенного рис. 2, любой вид сознательной деятельности человека – инженерии как реализации задуманного проекта может быть представлен в виде системы из трех связанных функциональных элементов (пространства информационного, технологического и когнитивной деятельности). Целью функционирования этой системы является преобразование существующей реальности в новую, будущую реальность через формирование в сознании виртуальной модели новой реальности и ее материализации в новую реальность [15]. При этом основным фактором формирования новой реальности как будущего состояния, например, экономической системы является когнитивная деятельность. Информационное пространство представляется потоком знаний (разнообразной информации), из которого выбирается информация, соответствующая и подтверждающая возможность реализации сформированного в сознании виртуального проекта как новой виртуальной реальности. Новая виртуальная реальность может быть материализована только в системе реально существующих технологических процессов, оборудования и инструментов, образующих технологическое пространство.

В перспективе технологическое пространство может быть представлено в виде комплекса роботизированных производственных регулируемых и саморегулируемых систем, управляемых искусственным интеллектом (artificial intelligence – AI). Реализованный проект по формированию новой виртуальной реальности подлежит контролю на соответствие заявленным целям. Это является функцией когнитивной деятельности по управлению достижением поставленной цели – оценка соответствия параметров новой реальности параметрам новой виртуальной реальности. Заметим, что эта функция является определяющей и различающей границы ответственности искусственного и естественного интеллекта и проходит на эмоциональном уровне. В случае допустимого соответствия построенной новой реальности параметрам новой виртуальной реальности она признается допустимым результатом инженерной деятельности как новая реальность и является базовым результатом для дальнейшего развития.

Акцентируем внимание на том, что предложенная нами модель инженерии как элемента в системе механизма общественного развития косвенно подтверждается и исследованиями, проводимыми в рамках Всемирного экономического форума (World Economic Forum) [16]. В частности, в рамках проведенного глобального социологического опроса, в котором участвовали множество коммерческих организаций различной величины и различного профиля деятельности, были получены результаты о наиболее востребованных в будущем навыках специалистов. В результате был сделан вывод о наиболее востребованных навыках уже в ближайшем будущем (по убыванию): творческое мышление (creative thinking); аналитическое мышление (analytical thinking); технологическая грамотность (technological literacy); любознательность и обучение на протяжении всей жизни (curiosity and lifelong learning); жизнестойкость, гибкость и сообразительность (resilience, flexibility and agility); системное мышление (systems thinking); искусственный интеллект и большие данные (AI and big data) и др. [17, p. 39, Fig. 4.3].

Рассмотрение долгосрочных тенденций развития инженерии позволяет выявить закономерность интеллектуализации экономики [17] за счет развития



когнитивных способностей человека, позволяющих создавать условия для постепенного вытеснения живого труда из производственного процесса: механизация – автоматизация – роботизация – искусственный интеллект и роботизация. Эта закономерность является одним из следствий закона экспансии разума [18] и приводит к ряду противоречий на рынке труда, в части подготовки специалистов.

Система непрерывного образования в контексте развития когнитивных способностей. Согласимся с мнением Эли Джозеф [19] о том, что инфляция имеет множество ликов и может проявиться в виде «инфляции навыков», которая означает избыточность квалификации – в настоящее время численность «дипломированных специалистов» превышает численность лиц, обладающих соответствующей квалификацией для удовлетворения потребностей рынка. При этом расходы на получение образования – соответствующей квалификации постоянно растут, а уровень образованности оставляет много вопросов. Это мировая тенденция замещения системы образования системой предоставления образовательных услуг.

Решение этой проблемы Эли Джозеф видит в приобретении квалификационных навыков за пределами формального образования (университетского образования), получая не соответствующие знания, но навыки в рамках знакомства с отраслевыми стратегиями и тенденциями развития.

По нашему мнению, это предложение ведет к деградации, но не развитию человеческой деятельности, основанной на стимулировании роста когнитивных способностей. Более того, такое предложение по выходу из проблемной ситуации противоречит системе национальных интересов суверенных государств, поскольку подталкивает в ловушку деградации интеллектуальных возможностей нации и ее конкурентоспособности в долгосрочной перспективе. Однако следует отметить и справедливые замечания Эли Джозеф о неоправданном росте числа выдаваемых дипломов.

Решение задачи обеспечения устойчивой конкурентоспособности государства переходит в плоскость формирования не национальной системы образования, но национальной образовательной экосистемы, формирующей высококлассных специалистов, занимающихся инженерией в различных сферах человеческой деятельности на протяжении всей жизни (рис. 3). Эта экосистема имеет сложную системную структуру, обеспечивающую первичное образование населения, подготовку и переподготовку профессиональных кадров на протяжении всей трудовой деятельности населения [20].

Заметим, что изображенная на рис. 3 экосистема представляется элементом в системе более высокого уровня, способного создать принципиально новую систему образования на глобальном уровне параллельно с формированием новой политической и экономической системы мироустройства в рамках блока БРИКС. Решение такой задачи в настоящее время возможно, и для ее реализации требуется лишь политическая воля руководителей государств, а технологические возможности для создания эффективной глобальной системы образования имеются [21].



Рис. 3. Модель формирования экосистемы образования на основе цифровых информационно-коммуникационных технологий [20, с. 14, рис. 5]

Заключение. Акценты конкурентоспособности человека, предприятия и национальной экономики смещаются в пространство когнитивной деятельности. В этой связи, развитие системы образования переходит в разряд основного фактора обеспечения национальной конкурентоспособности, а, следовательно, и устойчивого развития государства, обеспечения его безопасности. Заметим, что качество преподавательских кадров в этом процессе будет иметь определяющее значение как ключевой фактор построения экономически и социально устойчивого суверенного государства.

Литература

1. Вернадский, В. И. Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский. – М. : Рольф, 2002. – 576 с.
2. Морган, Л. Г. Древнее общество, или исследование линий человеческого прогресса от дикости через варварство к цивилизации / Л. Г. Морган. – Л. : Издательство института народов Севера ЦИК СССР, 1935. – 368 с.
3. Энгельс, Ф. Происхождение семьи, частной собственности и государства / К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения. – М. : Государственное издательство политической литературы, 1961. – С. 23–178.
4. Рейзлин, В. И. Введение в инженерную деятельность / В. И. Рейзлин. – Томск : Издательство Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2013. – 159 с.
5. Гаврилова, Т. А. Инженерия знаний : модели и методы / Т. А. Гаврилова, Д. В. Кудрявцев, Д. И. Муромцев. – М. : Лань, 2023. – 324 с.
6. Milgrom, P. Complementarities and Systems: Understanding Japanese Economic Organization [Электронный ресурс] / P. Milgrom, J. Roberts. – Режим доступа: <https://web.stanford.edu/~milgrom/publishedarticles/Milgrom-Roberts-complements%20&%20Japan.pdf>.



7. Maddison, A. *The World Economy: Historical Statistics* / A. Maddison. – Paris : Development Centre Studies OESD, 2003. – 273 p.
8. Глазьев, С. Ю. Открытие закономерности смены технологических укладов в ЦЭМИ АН СССР / С. Ю. Глазьев // *Экономика и математические методы*. – 2018. – Т. 54, № 3. – С. 17–30.
9. Николаевский, В. В. Цифровая экономика: сущность, определение и онтология экономической системы в контексте информационно-коммуникационных технологий / В. В. Николаевский // *Финансы и кредит*. – 2022. – Т. 28, № 11 (827). – С. 2593–2628.
10. Шматко, Н. А. Компетенции инженерных кадров: опыт сравнительного исследования в России и странах ЕС / Н. А. Шматко // *Форсайт*. – 2012. – Т. 6, № 4. – С. 32–47.
11. *Век генетики и век биотехнологии на пути к редактированию генома человека: монография* / В. И. Глазко [и др.]. – М. : КУРС, 2016. – 560 с.
12. Гаврилова, Т. А. *Инженерия знаний: модели и методы* / Т. А. Гаврилова, Д. В. Кудрявцев, Д. И. Муромцев. – М. : Лань, 2023. – 324 с.
13. Гуд, Г. Х. *Системотехника: введение в теорию больших систем* / Г. Х. Гуд, Р. Э. Макол. – М. : Советское радио, 1962. – 390 с.
14. Marshall, J. F. *Financial Engineering: A Complete Guide to Financial Innovation* / J. F. Marshall, V. K. Bansal. – New York : New York Institute of Finance, 1992. – 728 p.
15. Николаевский, В. В. Финансовая деятельность как формирование и материализация новой виртуальной реальности / В. В. Николаевский // *Финансы и кредит*. – 2023. – Т. 29, № 1. – С. 21–37.
16. WEF23. *Future of Jobs Report 2023*. – Geneva : The World Economic Forum, 2023. – 296 p.
17. Киршов, И. А. Генезис интеллектуализации экономики: теоретическое обобщение / И. А. Киршов, А. В. Титов // *Ученые записки Казанского университета. Гуманитарные науки*. – 2012. – Т. 154, кн. 6. – С. 7–18.
18. Николаевский, В. В. Закон экспансии разума и глобализация как его следствие / В. В. Николаевский // *Предпринимательство и факторы его развития*. – Минск : Право и экономика, 2010. – С. 27–39.
19. Joseph, E. 'Skill inflation': What is it and how to avoid becoming victim to it [Электронный ресурс] / E. Joseph. – Режим доступа: https://www.weforum.org/agenda/2023/08/skill-inflation-what-is-it-and-how-to-avoid-becoming-victim-to-t/?utm_source=sfmc&utm_medium=email&utm_campaign=2808_809_Weekly-Agenda11August2023&utm_term=&emailType=Agenda%20Weekly200, свободный.
20. Системный подход к организации образования: политические и цивилизационные аспекты / В. А. Дадалко [и др.] // *Вестник института мировых цивилизаций*. – 2020. – Т. 11, № 4 (29). – С. 6–16.
21. Цифровизация как определяющий цивилизационный фактор системы организации образования / В. А. Дадалко [и др.] // *Вестник института мировых цивилизаций*. – 2021. – Т. 12, № 1 (30). – С. 17–27.