

УДК 62:001.3

ИНЖИНИРИНГ: СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ

Маслов Д.Б., студент гр. ПИМ-251

Научный руководитель: Баумгартэн М. И., к.ф.-м.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Современный этап развития цивилизации характеризуется беспрецедентным усложнением технологической среды. В этих условиях фигура инженера выходит за традиционные рамки «технического специалиста», превращаясь в ключевого агента инновационного развития [5; 8]. Однако базовое инженерное образование, заложенное в XIX–XX веках, сегодня сталкивается с глубоким кризисом идентичности. С одной стороны, сохраняется фундаментальная естественнонаучная подготовка (физика, математика, химия), с другой — стремительно растет запрос на гуманитарную составляющую: понимание социального контекста технологий, этическую ответственность, коммуникативные компетенции [6].

Понимание того, как исторически формировался инжиниринг, позволяет выявить инвариантные принципы подготовки инженера и определить векторы её трансформации в условиях цифровизации и глобализации.

Генезис инжиниринга: от ремесла к науке

Становление инжиниринга как профессиональной деятельности прошло несколько стадий, каждая из которых меняла требования к субъекту деятельности.

Ремесленный этап (Древний мир — Средневековье). На этом этапе не существовало разделения между теоретическим знанием и практическим действием. Строители пирамид, создатели акведуков, готических соборов руководствовались эмпирическим опытом, традицией и интуицией. Знание передавалось в рамках цеховых секретов. Базовая подготовка отсутствовала как институт; основой было длительное ученичество [1; 3].

Этап научной революции (XVII–XVIII вв.). Работы Галилея, Ньютона, Лейбница заложили фундамент для перехода от ремесла к инжинирингу. Впервые математика и физика стали применяться для расчета конструкций. Ключевым событием стало открытие первых специализированных учебных заведений: Школа мостов и дорог в Париже (1747 г.), Горный институт в Петербурге (1773 г.). Базовая подготовка начинает строиться на синтезе *науки* (как источника общих принципов) и *искусства* (как умения применять эти принципы к конкретной задаче) [1; 4].

Промышленная революция (XIX в.). Появление паровых машин, сложных механизмов и железных дорог привело к разделению труда и специализации. Инженер перестает быть универсалом. Формируются классические

инженерные школы (механики, электротехники, химии). В это время базовая подготовка приобретает жесткую структуру: цикл высшей математики, теоретической механики, сопротивления материалов и ряда специальных дисциплин. Именно в XIX веке сложился «классический» университетский тип инженера, который до сих пор тиражируется во многих вузах [1; 4; 7].

Эволюция содержания инжиниринга в XX–XXI веках

XX век радикально изменил онтологию инжиниринга. Если ранее инженер работал в мире детерминированных механических систем, то во второй половине века он столкнулся с большими системами (Big Systems), включающими человеческий фактор [2; 4].

- **Эра системного инжиниринга.** После Второй мировой войны и космической гонки стало очевидно, что успех проекта зависит не только от точности расчетов, но и от управления сложностью. Появился системный подход. Базовая подготовка дополнилась кибернетикой, теорией управления и методами оптимизации [2; 7].
- **Информационная революция.** Конец XX — начало XXI века привели к дематериализации инженерного труда. Физический прототип всё чаще заменяется цифровым двойником. Это потребовало от инженера владения не только физикой процесса, но и языками программирования, методами анализа больших данных [5; 9].
- **Конвергенция наук (NBIC).** Сегодня инжиниринг на передовых рубежах (биотехнологии, нейроинтерфейсы, квантовые вычисления) стирает границы между естественными науками и гуманитарным знанием. Инженер вынужден работать с биоэтикой, когнитивной психологией и социологией технологий [5; 8].

Актуальные проблемы базовой подготовки инженера

Анализ становления инжиниринга показывает, что его развитие всегда носило *опережающий* характер по отношению к образовательным институтам. Сегодня этот разрыв достиг критической величины [7]. Выделим три основные проблемы, лежащие на стыке гуманитарных и естественных наук.

Дискуссия о соотношении фундаментальной естественнонаучной подготовки и прикладных навыков ведется на протяжении столетия. В эпоху быстрого устаревания технологий (период полураспада компетенций инженера сокращается до 2–5 лет) возникает соблазн сделать упор на «актуальные» цифровые инструменты [9].

Однако, как показывает исторический опыт, фундаментальное знание (физика, математика, химия) является тем инвариантом, который обеспечивает адаптивность инженера. Проблема заключается в методике преподавания. Традиционная естественнонаучная подготовка часто оторвана от инженерного контекста. Студент не видит связи между сложными дифференциальными уравнениями и реальной конструкцией, что приводит к потере мотивации и формализму в обучении [5].

Долгое время гуманитарные дисциплины (история, философия, социология, иностранный язык) воспринимались в технических вузах как второстепенные. Однако современный инжиниринг — это командная деятельность, требующая коммуникации, понимания рыночных механизмов, правового регулирования и, что самое важное, этической рефлексии [2; 6].

Катастрофы (радиационная авария на ПО «Маяк», катастрофа шаттла «Челленджер», авария на Чернобыльской АЭС) показали, что чисто техническое мышление, игнорирующее человеческий фактор и социальные последствия, опасно. Формирование инженерной культуры невозможно без развития эмоционального интеллекта, навыков критического мышления и понимания исторической ответственности. Гуманитарные науки в подготовке инженера призваны выполнять не просто «воспитательную» функцию, но функцию *контекстуализации* — объяснения того, для кого и зачем создается технология [6; 8].

Инжиниринг сегодня — это работа с социотехническими системами. Базовая подготовка, разбитая на дисциплины (сопромат, термодинамика, схемотехника), часто не дает целостной картины. Студент видит «деревья» (отдельные формулы и детали), но не видит «леса» (систему в целом) [2; 7].

Формирование системного мышления требует междисциплинарного подхода уже на младших курсах. Это подразумевает интеграцию проектной деятельности, где естественнонаучные знания (физика, математика) применяются совместно с гуманитарными методами (анализ требований заказчика, проектная коммуникация, технико-экономическое обоснование) [5].

Пути синтеза: к новой модели подготовки

Преодоление проблем требует не простого увеличения часов, а изменения архитектуры образовательных программ. Исторически периоды прорывов в инжиниринге были связаны с разрушением междисциплинарных барьеров [1; 7].

1. Интегрированные курсы. Вместо линейного преподавания (сначала математика, затем физика, затем спецдисциплины) — модульный принцип, где фундаментальные науки осваиваются в контексте реальных инженерных задач (project-based learning) [5].

2. Инженерная антропология. Включение в базовую подготовку дисциплин, ориентированных на человека как пользователя и оператора сложных систем, объединяющих естественнонаучное (биомеханика, физиология) и гуманитарное знание (эргономика, инженерная психология, дизайн-мышление) [2; 6].

3. Языковые компетенции. Английский язык становится не просто иностранным, а языком профессиональной коммуникации; гуманитарная подготовка обеспечивает межкультурное взаимодействие в международных командах [5; 8].

4. Этика как основа. Воспитание ответственности инженера перед обществом и природой должно пронизывать все уровни подготовки, возвращая к идее инженера как «интеллектуального служителя общества» (П.К. Энгель-

мейер), ориентированного на устойчивое развитие, а не только на прибыль [2; 8].

Список литературы

1. Иванов Б.И. Становление и развитие инженерного образования в России Б.И. Иванов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – 284 с.
2. Митчем К. Что такое философия инженерии? пер. с англ. под ред. В.Г. Горохова. – М.: Альфа-М, 2015. – 352 с.
3. Энгельмейер П.К. Теория творчества П.К. Энгельмейер. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 208 с.
4. Пирс Д. Инжиниринг: история, теория, практика Д. Пирс. – М.: Техносфера, 2018. – 420 с.
5. Боровков А.И. Инженерное образование в эпоху цифровой трансформации А.И. Боровков Высшее образование в России. – 2020. – № 10. – С. 9–21.
6. Симонова А.А. Гуманитаризация инженерного образования: проблемы и перспективы Alma mater (Вестник высшей школы). – 2021. – № 5. – С. 47–52.
7. Чучалин А.И. Инженерное образование в эпохе индустрии 4.0 Инженерное образование. – 2018. – № 22. – С. 36–47.
8. Кудрявцева Е.Л. Цифровая трансформация инжиниринга и новые требования к подготовке кадров Экономика и управление. – 2022. – Т. 28, № 2. – С. 112–120.
9. Федоров И.Б. Интеграция образования, науки и производства как основа подготовки современных инженеров Наука и образование. – 2019. – № 3. – С. 54–63.