

- совершенствование интеллектуальных возможностей производимой специальной техники с привлечением консолидируемых научно-технических ресурсов ведущих научных организаций Республики Беларусь;
- проведение исследований и испытаний специальных мобильных и сельскохозяйственных машин и их комплексов, а также мехатронных компонентов и систем;
- организационное и научно-методическое обеспечение НИОКР, выполняемых организациями холдинга АМКОДОР, а также организациями г. Минска в соответствии с компетенциями отраслевой лаборатории «АМКОДОР»;
- привлечение к выполнению научно-исследовательских работ преподавателей, докторантов, аспирантов, магистрантов, студентов, научного сопровождения актуальных проблем в области специализации Общества и Министерства промышленности Республики Беларусь.

Важным аспектом также является подготовка квалифицированных кадров, что достигается через развитие профильного образования в вузах и техникумах, а также постоянное повышение квалификации специалистов на базе предприятий. Это обеспечивает наличие необходимых специалистов для внедрения и эксплуатации новых технологий.

Расширение международного сотрудничества с альтернативными поставщиками технологий и оборудованием позволяет диверсифицировать риски. Инвестиционные проекты в машиностроении сопровождаются различными рисками, среди которых политические (санкции, нестабильность международных отношений), экономические (колебания валюты, инфляция) и технологические (устаревание технологий, зависимость от импорта компонентов).

Для управления этими рисками разрабатываются стратегии, включая страхование, диверсификацию поставок и технологические хеджирования. Особое внимание уделяется тщательной оценке проектов по показателям экономической эффективности: чистой приведенной стоимости (NPV), внутренней норме доходности (IRR) и сроку окупаемости.

Анализ чувствительности проектов к изменению макроэкономических показателей помогает выявить наиболее устойчивые и перспективные инициативы, что обеспечивает принятие обоснованных решений и минимизацию рисков для инвесторов и государства.

Машиностроительная отрасль Беларуси, несмотря на внешние вызовы, имеет значительный потенциал для роста и технологической автономии. Ключевыми факторами успеха являются устойчивая государственная поддержка, развитие инновационной инфраструктуры, совершенствование нормативно-правовой базы и активное внедрение импортозамещающих проектов.

Прогноз развития отрасли на ближайшие пять лет указывает на постепенное снижение зависимости от импорта, расширение ассортимента высокотехнологичной продукции и укрепление экспортного потенциала. Инвестиции в подготовку кадров и международное сотрудничество обеспечат необходимую технологическую устойчивость.

Рекомендуется усилить кооперацию между промышленными предприятиями и научными институтами, а также внедрять современные методы управления проектами и рисками. Эти меры позволят машиностроению Республики Беларусь успешно адаптироваться и развиваться в условиях санкционного давления.

УДК 338. 51

Инжиниринг как вид экономической деятельности и новая специальность на уровне бакалавриата

*доктор эконом. наук, профессор А. В. Данильченко, ФММП БНТУ, г. Минск
канд. экон. наук., доцент О. С. Голубова, СФ БНТУ, г. Минск*

Резюме. В статье рассматривается инжиниринг как специфическая форма экономической деятельности, получающая всё большее значение в условиях цифровизации и перехода к экономике знаний. Раскрывается сущность инжиниринга как самостоятельного вида экономической деятельности и представлена концепция подготовки специалистов в данной области. Рассматриваются институциональные основы, функции инжиниринга в промышленности, а также содержание новой специальности «Инжиниринг», введённой в образовательный процесс БНТУ. Обоснована необходимость междисциплинарного подхода и формирования цифровых компетенций у будущих бакалавров.

Ключевые слова: инжиниринг, вид экономической деятельности, профессиональная подготовка, специальность бакалавриата

Введение. Современная трансформация производственной и экономической среды обуславливает усиление роли высокоинтеллектуальных услуг, к числу которых относится инжиниринг. Он становится ключевым инструментом обеспечения технологического суверенитета, повышения эффективности инвестиций и устойчивого развития. В этой связи возрастает потребность в чётком институциональном определении инжиниринга и соответствующем кадровом обеспечении через новые образовательные форматы.

Содержание понятия «инжиниринг» и его институциональная основа имеют как международные, так и национальные корни. Значимым шагом в формировании международной терминологической базы стал документ Организации Объединённых Наций 1983 года — «Руководство по составлению международных договоров на консультативный инжиниринг, включая некоторые связанные с этим аспекты технического содействия» (ECE/TRADE/14583. II. E. 83 EFRS) [1, с. 2]. Данный документ разработан в рамках экономической комиссии для Европы ООН и содержит методические рекомендации по структурированию контрактов на инженерно-консультационные услуги. Он определяет основные принципы взаимоотношений между заказчиками и подрядчиками в международной практике, подчеркивает необходимость технического содействия в форме знаний, технологий и проектных решений, а также устанавливает стандарты прозрачности, ответственности и результативности в инженерных проектах.

Дополнительный вклад в теоретико-методологическое осмысление инжиниринга внес Совет американских инженеров по профессиональному развитию (American Engineers' Council for Professional Development — ECPD). В прошлом столетии он дал следующее определение инженерии: «Творческое применение научных принципов для проектирования структур, машин, аппаратуры, производственных процессов, а также работа по использованию их отдельно или в комбинации; конструирование или управление тем же самым с полным знанием их дизайна; предсказание их поведения в определённых эксплуатационных режимах» [2]. Это определение отражает междисциплинарный характер инженерной деятельности, в которой наука и практика тесно связаны с решением конкретных задач проектирования, управления и оптимизации.

Национальной основой для использования термина «инжиниринг» в правовом и профессиональном обороте в Российской Федерации и в Республике Беларусь служит ГОСТ Р 57306-2016 «Инжиниринг. Терминология и основные понятия в области инжиниринга». Согласно данному стандарту, инжиниринг — это «вид интеллектуальной деятельности, который предполагает в том числе решение творческих задач» [3]. Это определение акцентирует внимание на креативной и инновационной составляющей инженерно-консультационных услуг, а также предполагает наличие компетенций в сфере управления, анализа, прогнозирования и адаптации проектных решений в условиях сложной производственной среды.

Анализируя определения термина «инжиниринг», данные разными авторами [4-9], Ю. В. Медяник делает вывод что, «при всем многообразии трактовок, под инжинирингом понимается прежде всего вид профессиональной инженерной деятельности, направленной на оказание услуг научно-технического и коммерческого характера» [10, с. 4225].

Таким образом, нормативные и профессиональные источники согласованно подчёркивают, что инжиниринг — это не только технологическое проектирование, но и стратегическое управление знаниями и ресурсами, ориентированное на результат и экономическую эффективность.

Основная часть. Инжиниринг охватывает широкий спектр услуг, включая предпроектные исследования, технико-экономическое обоснование, проектирование, сопровождение реализации проектов и оптимизацию эксплуатации.

Сущность инжиниринга наиболее точно раскрывают его функции и выполняемые им задачи (таблица 1), которые охватывают не только производственный цикл, но и разные сферы деятельности предприятия: как технические, так и финансово-экономические, инновационные, информационные, социальные и экологические. Он интегрирует инженерно-технические, экономические и управленческие знания, выступая как интеллектуальная услуга с высокой добавленной стоимостью.

Таблица 1 - Основные функции и задачи инжиниринга

Функции инжиниринга	Задачи инжиниринга
Предынвестиционные и аналитические	Анализ рынка, спроса и потребностей. Технико-экономическое обоснование (ТЭО) проекта. Оценка рисков и инвестиционной привлекательности. Разработка бизнес-планов. Выбор технологии и производственного процесса.
Проектно-конструкторские	Техническое проектирование. Инжиниринг технологических процессов и линий. Разработка сметной документации. Обеспечение соответствия стандартам и нормативам (техрегламенты, СТБ, ISO и пр.).
Организационно-управленческие	Планирование и координация проекта. Управление графиками, ресурсами и затратами. Подбор и координация подрядчиков и поставщиков. Контроль качества, сроков и бюджета.
Технологические и производственные	Выбор и адаптация оборудования. Разработка производственных регламентов. Техническое сопровождение поставок и монтажа оборудования. Ввод в эксплуатацию производственных мощностей.

Продолжение таблицы 1.

Контрольно-надзорные	Авторский и технический надзор. Контроль соблюдения требований охраны труда, экологии, промышленной безопасности. Проведение испытаний и пуско-наладочных работ.
Эксплуатационные и сервисные	Обучение персонала. Техническая поддержка и сопровождение объекта. Оценка эффективности эксплуатации и модернизации.
Финансово-экономические	Бюджетирование и финансовый контроль. Анализ затрат и рентабельности проекта. Оптимизация капитальных и операционных расходов (CAPEX/OPEX). Стоимостной и финансовый инжиниринг.
Инновационные	Внедрение энергоэффективных и экологических решений. Использование цифровых технологий (BIM, PLM, цифровые двойники). Учет принципов устойчивого развития и ESG-факторов.

Источник: разработка авторов на основании [1-10].

Согласно классификации видов экономической деятельности (ОКЭД, NACE), инжиниринг отнесён к профессиональной, научной и технической деятельности, что подтверждает его статус как самостоятельного сегмента экономики. Развитие инжиниринговых услуг требует подготовки кадров, обладающих междисциплинарной квалификацией: знаниями в области цифровых технологий, экономики проектирования, экологической и социальной оценки решений, управления стоимостью (cost engineering). На сегодня подобные компетенции формируются фрагментарно, в рамках инженерных, экономических или управленческих программ. Это приводит к дефициту специалистов, способных комплексно решать задачи инжиниринга на практике.

Составляющие инжиниринговой подготовки бакалавра, предлагаемые авторами для при введении в образовательный процесс БНТУ новых профилизаций «Инжиниринг производственных процессов», «Маркетинговый инжиниринг на предприятии промышленности», «Цифровой маркетинг на предприятии промышленности» в рамках специальности 6-05-0718-01 «Инженерная экономика» и новой специальности «Инжиниринг» приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Составляющие инжиниринговой подготовки бакалавра по специальности «Инжиниринг»

Образовательные модули	Учебные дисциплины
Общенаучная подготовка	Высшая математика Физика, химия, материаловедение Теоретическая механика, сопротивление материалов Экология и охрана труда
Профессионально-техническая подготовка	Инженерная графика, CAD-системы (AutoCAD, Revit, SolidWorks) Технологии производства Организация производства Электротехника, гидравлика, теплотехника Методы расчёта и проектирования
Инжиниринговые дисциплины (профильные)	Организация и управление проектами Основы инжиниринга и системного анализа Проектирование жизненного цикла продукции/объекта BIM-технологии, цифровые двойники Стандартизация и техническое регулирование Основы стоимостного и технического аудита
Экономико-управленческая подготовка	Экономика отрасли / предприятия Финансово-инвестиционный анализ проектов Управление проектами Маркетинг и менеджмент Бизнес-администрирование Инноватика
Практико-ориентированные модули	Учебная и производственная практика Выполнение курсовых и выпускных проектов с реальными кейсами Лабораторные и инженерные тренажёры Участие в хакатонах и инженерных чемпионатах (WorldSkills, Case-IN)
Междисциплинарные и цифровые компетенции	Программирование и автоматизация (Python, MATLAB, Excel VBA) Информационные технологии в инжиниринге Работа с базами данных и инженерным ПО Soft skills: управление командой, коммуникации, иностранный язык

Источник: разработка авторов.

Учитывая востребованность инженеринговых компетенций основными профилизациями инженеринговой подготовки, должны стать:

1. Промышленный инженеринг (Industrial Engineering). Ключевой профиль для машиностроения, приборостроения, логистики, автомобилестроения;
2. Стоимостной инженеринг в строительстве (Construction Cost Engineering). Востребован в строительстве, девелопменте, инженерном консалтинге;
3. Энергетический инженеринг (Energy Engineering). Ключевой для ТЭК, ЖКХ, «зелёных» проектов;
4. Проектный инженеринг (Project Engineering). Подходит для мультидисциплинарных проектов и EPC-контрактов;
5. IT-инженеринг / Цифровой инженеринг. Набирает важность во всех отраслях, особенно при переходе к индустрии 4.0;
6. Экологический и климатический инженеринг. Важен для крупных промышленных зон, ESG-проектов, госуправления.

Дополнительно возможна подготовка по таким профилизациям, как:

7. Военный инженеринг;
8. Спортивный инженеринг;
9. Медицинский инженеринг;
10. Агроинженеринг;
11. Градостроительный и урбанистический инженеринг.

Подготовка таких специалистов позволит восполнить пробел между традиционным инженерным образованием и требованиями современного развития общества и его бизнес-среды.

Заключение. Инженеринг формирует новую парадигму экономического развития — как инструмент интеграции технологий, управления и инноваций. Как вид экономической деятельности он приобретает стратегическое значение для модернизации экономики, повышения эффективности инфраструктурных и промышленных проектов. Его институционализация и включение в образовательный процесс Белорусского национального технического университета позволяет формировать специалистов нового поколения — носителей системных, технических, экономических и цифровых компетенций. Формирование новой образовательной траектории на уровне бакалавриата обеспечит подготовку профессионалов, способных выступать связующим звеном между технологиями, экономикой и устойчивым развитием. Это станет важным условием модернизации экономики и повышения конкурентоспособности национальной инженерной школы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кондратьев В., Лоренц В. Даешь инженеринг! Методология организации проектного бизнеса - URL: <https://sovnet.ru/media/Editor.pdf>, (дата обращения: 30.04.2025).
2. American Engineers' Council for Professional Development. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/American_Engineers%27_Council_for_Professional_Development (дата обращения: 10.04.2025).
3. Мухаррамова Э. Р., Файзуллин И. Э., Ажимова Л. И. Стоимостной инженеринг: формирование стоимости строительства // Российское предпринимательство. – 2017. – № 16. – с. 2317-2336.
4. Осьмаков В. С., Пастухов В. А. Методические материалы по реализации механизмов поддержки деятельности в области инженеринга и промышленного дизайна. - М.: «Onebook.ru», 2014. – 92 с.
5. Проект Федерального закона «Об инженеринге и государственной поддержке инженеринговой деятельности в Российской Федерации». Umpro. - URL: http://www.umpro.ru/index.php?page_id=7 (дата обращения: 10.04.2025).
6. Мухаррамова Э. Р. Стоимостной инженеринг в строительстве // Российское предпринимательство. – 2016. – № 10. – с. 1179-1196.
7. Карпов В. В., Зорюкова Н. И. Партнерство государства и предпринимательских структур в строительном бизнесе на основе современного инженеринга. Актуальные вопросы экономики и управления российскими предприятиями. . URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24367062> (дата обращения: 10.04.2025).
8. Рыбец Д. В., Босин Е. И. Этапы развития инженеринговых (инженерно-консультационных услуг) на мировом рынке // Российский внешнеэкономический вестник. – 2016. – № 1. – с. 101-111. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25417281> (дата обращения: 10.04.2025).
9. Кесаев С. А. Управление процессом развития инженеринга в инновационной системе мегаполиса. / Диссертация, 2015. – 199 с.
10. Медяник Ю. В. Рынок инженеринговых услуг в России: проблемы и перспективы развития // Российское предпринимательство. – 2017. – Т. 18. – №. 24. – С. 4221-4234.