

СЕКЦИЯ 4

«Духовное и физическое развитие современной молодежи в контексте образовательного процесса»

УДК 378.14.015.62:62-05:63-05:

Литвинов П.В., старший преподаватель

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный
университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

ТРЕУГОЛЬНИК ХОПКИНСА КАК ОДНА ИЗ ОСНОВ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос о повышении качества преподавания технических дисциплин при использовании концепции треугольника Хопкинса как одной из основ инженерного мышления. Рассмотрены примеры общетехнических задач относительно выбранных приоритетов. Описаны известные примеры ошибок при проектировании с точки зрения концепции.

Ключевые слова: треугольник Хопкинса, железный треугольник, автомобилестроение, двигателестроение, тракторостроение, производство.

Abstract. This article examines the issue of improving the quality of teaching engineering disciplines by using the Hopkins triangle concept as one of the foundations of engineering thinking. Examples of general engineering problems in relation to the selected priorities are considered. Common examples of design errors are described from a conceptual perspective.

Keywords: Hopkins triangle, iron triangle, automotive engineering, engine building, tractor building, production.

Введение. Современное развитие транспортной сферы в Российской Федерации требует высокоэффективной и надёжной техники, создание которой возможно только при наличии на рынке труда специалистов с соответствующими компетенциями. При преподавании инженерных дисциплин в настоящее время необходимо описывать не только теоретические аспекты той или иной дисциплины, но и применять при этом современное программное обеспечение, что нашло отражение в работах [1, 2, 3, 4].

В то же время, в условиях современного экономического развития и долгосрочных перспектив необходимо объяснять студентам концепцию Треугольника Хопкинса, также именуемую «железным треугольником». Она представляет собой классическую модель, описывающую компромисс между тремя ключевыми ограничениями производства, а именно скоростью выполнения работы, её качеством и стоимостью [5,6,7]. Вид данной модели представлен на рисунке.

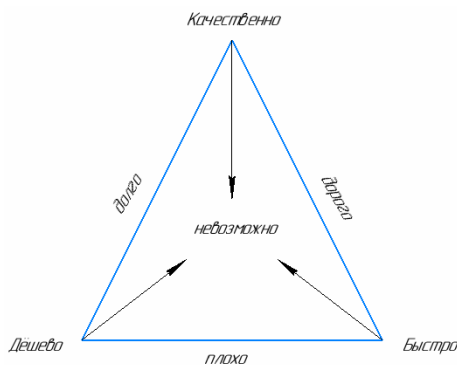


Рисунок – Модель треугольника Хопкинса

Суть модели заключается в том, что изменении одного параметра неизбежно влияет на два других, при этом два выбранных параметра (основание треугольника) стабильно исключают третий (вершина, противолежащая основанию). Рассмотрим каждый пример в отдельности на примере реального производства.

Двигателестроение. Приоритет «Качественно». При производстве двигателей внутреннего сгорания (ДВС), в том числе и газотурбинных приоритет смещён в сторону качества из-за серьёзных требований. Как следствие – производство ДВС будет либо дорогим и быстрым, либо дешёвым и долгим в относительном плане. Например, если руководство конструкторского бюро (КБ) примет решение увеличить скорость вывода ДВС на рынок, то это приведёт к увеличению стоимости, поскольку потребуется больше персонала для решения данной задачи.

Тракторостроение. Приоритет «Дёшево». Стоимость готовой продукции напрямую связана со стоимостью покупки и обслуживания сельскохозяйственной техники. Поэтому приоритет смещён в сторону стоимости. Как следствие производство качественного трактора всегда будет долгим.

Автомобилестроение. Приоритет «Быстро». Автомобили, производимые массово, т.е. на конвейере, чаще всего являются относительно дешёвыми. При этом, при сборке проектировке используется концепция бережливого производства, т.е. максимальная унификация, оптимизация и снижение себестоимости за счёт массового выпуска деталей. Соответственно, если приоритетом будет являться скорость, то вершиной треугольника будет либо стоимость, либо качество. Поэтому, при массовом выпуске автомобилей мерой качества является соответствие спецификации.

Примеры попыток нарушения правила треугольника Хопкинса. Одним из ярких примеров попытки нарушить данное правило является скандал *«Dieselgate»* в *Volkswagen*. Компания продвигала концепцию

экологически чистого дизельного ДВС, при этом производство якобы позволяло совместить вершины качеств, стоимости и времени вывода на рынок. В реальности преградой стали жёсткие экологические правила, в результате чего показания выбросов пришлось снижать не за счёт конструкции и инноваций, а установкой программного обеспечения, выдающего ложные значения. Таким образом попытка добиться быстрого, качественного и дешёвого продукта обернулась штрафами, компенсациями, затратами на отзыв и потерей репутации. Суммарно данный скандал обошёлся *Volkswagen* более чем в 30 млрд. долларов [8].

Другим примером создание самолета *Boeing 737 MAX*. Попытки избежать длительной и дорогой сертификации самолёта привели к созданию системы анти-сваливания MCAS, которая опиралась на показания одного датчика без необходимого тестирования. Последствием попытки сделать самолет быстро, качественно и дешево стала остановка производства из-за двух авиакатастроф, унесших жизни 346 человек. Самолет был отправлен на доработку, что вылилось в финансовые затраты.

В Российской Федерации примером нарушения правила железного треугольника является попытка быстрой постройке дешевого и качественного гибридного автомобиля, получившего название «Ё-мобиль». Однако, проблемы начались ещё на стадии первых испытаний. Роторно-лопастной двигатель не был доведён до состояния необходимой надёжности, а гибридная схема была конструктивно неотработанной. Конечным итогом стал финансовых крах компании и свёртывание проекта с продажей разработок институту НАМИ за один доллар. Попытки реализовать все три вершины одновременно привели к тому, что не выдержала технологическая база. Этому поспособствовало, не в последнюю очередь, отсутствие грамотно развитой инженерной школы.

Самой яркой попыткой нарушения данного правила можно считать катастрофу глубоководного аппарата «Титан» компании *OceanGate*. Так, стремление снизить издержки привело к использованию композитных материалов, отказу от сертификации, но на этапе производства снизило стоимость транспортировки и проводимых операций. «Титан» позиционировался как экспериментальный, что позволяло обходить жёсткие требования к аппаратам подобного назначения. Попытки сократить время производства привели к увольнению ключевых инженеров проекта, обладавших нужными компетенциями с передачей многих работ на аутсорс. В конечном итоге, заявленное качество не соответствовало реальности – *OceanGate* так и не провели необходимых испытаний. Результатом стало крушение данного аппарата вследствие имплозии.

Треугольник Хопкинса с точки зрения преподавания технических дисциплин. Нетрудно заметить, что описанные выше примеры являлись следствием некомпетентности управляющего персонала. Так, руководитель *OceanGate* не имел образования в сфере строительства

глубоководных аппаратов, а при производстве «Ё-мобиля» упор делался в первую очередь не на техническую составляющую, а на пиар проекта.

При этом, доказательства работоспособности предлагаемых решений чаще всего осуществлялись не расчётами и испытаниями, а харизмой докладчика и управленца. Это заставляет сделать вывод о том, что инженер за счёт знания данного должен уметь доказывать свою точку зрения и обосновывать её с точки зрения полученных компетенций. Таким образом, можно сделать вывод, что только наличие необходимых компетенций позволяет человеку занимать определённый пост в технических компаниях.

Итоги и выводы. Описанные данные позволяют сделать вывод: обойти правило треугольника Хопкинса невозможно. Любая попытка сделать быстро, качественно и дёшево неизменно увеличивает издержки в одной из вершин, что доказывает универсальность данного закона, при этом не масштабные инвестиции, ни харизматичное управление не могут отменить физическую природу инженерных компромиссов, описываемых данным правилом, что важно показывать студентам при преподавании технических дисциплин.

Библиографический список

1. Литвинов, П. В. Применение программного обеспечения при подготовке инженеров на начальном этапе образования на примере дисциплины "Теоретическая механика" / П. В. Литвинов // Актуальные вопросы профессионального образования: качество, приоритеты, технологии : Сборник материалов Национальной научно-методической конференции, приуроченной к Году семьи в России, Омск, 21 марта 2024 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2024. – С. 137–143. – EDN PRBERP.

2. Долгушин, В. А. Применение прикладных программ при подготовке инженерных кадров для АПК на примере дисциплины «теоретическая механика» / В. А. Долгушин, П. В. Литвинов, О. Г. Огнев // Агропромышленный комплекс в условиях инновационного развития: наука, технологии, кадровое обеспечение : материалы II Международной научно-практической конференции, Минск, 05–06 июня 2025 года. – Минск: БГАТУ, 2025. – С. 604–608. – EDN QGQONW.

3. Применение современного программного обеспечения в учебном процессе при подготовке инженеров / П. И. Цехош, Б. В. Журавский, Р. Р. Жундубаев, С. И. Цехош // Актуальные вопросы профессионального образования: качество, приоритеты, технологии : сборник материалов Национальной научно-методической конференции, приуроченной к Году педагога и наставника в Российской Федерации, Омск, 22–23 марта 2023 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2023. – С. 252–258. – EDN UIQFCB.

4. Применение трехмерного моделирования при подготовке преподавателей «профессионального обучения» по дисциплине «Инженерная графика» / С. И. Цехош, Б. В. Журавский, П. И. Цехош, Р. Р. Жундубаев // Актуальные вопросы профессионального образования: качество, приоритеты, технологии : сборник материалов Национальной научно-методической конференции, приуроченной к Году педагога и наставника в Российской Федерации, Омск, 22–23 марта 2023 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2023. – С. 259–264. – EDN LFMLXF

5. Ощепков, В. М. Оценка успеха и провала проекта как способ повышения эффективности деятельности современной организации / В. М. Ощепков, Н. В. Мальцева // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. – 2017. – Т. 12, № 1. – С. 136-147. – DOI 10.17072/1994-9960-2017-1-136-147. – EDN YHVCN.
6. Ebbesen J. B., Hope A. Re-imagining the Iron Triangle: Embedding Sustainability into Project Constraints // PM World Journal. – 2013. – Vol. II, Issue III. – ISSN 2330-4480. – URL: <https://nrl.northumbria.ac.uk/id/eprint/13990> (дата обращения: 30.03.2026).
7. Locatelli G., Mancini M. Systems Engineering to improve the governance in complex project environments // International Journal of Project Management. – 2014. – Vol. 32, Issue 8. – P. 1395–1410. – DOI: 10.1016/j.ijproman.2013.10.007.
8. Ведрученко, В. Р. Анализ требований к нормативам выбросов вредных веществ / В. Р. Ведрученко, П. В. Литвинов // Архитектура, строительство, транспорт : материалы Международной научно-практической конференции (к 85-летию ФГБОУ ВПО "СибАДИ"), Омск, 02–03 декабря 2015 года. – Омск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)", 2015. – С. 970-976. – EDN VMRXSN.

УДК 378.14:631

Радченко С.А., доктор технических наук, доцент
*ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет
им. Л.Н. Толстого», г. Тула, Российская Федерация*

СПОСОБ УЛУЧШАТЬ ПОДГОТОВКУ КАДРОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА, ИСПОЛЬЗУЯ ОПЫТ ВЕДУЩИХ УНИВЕРСИТЕТОВ И МНОГОСТОРОННЕЕ МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Аннотация. Научно обоснована и подготовлена возможность быстро использовать лучший опыт знаменитых университетов и международное сотрудничество для улучшения обучения, развития факультетов и кафедр сельскохозяйственного профиля и повышения дохода их ведущих кадров. Разработана программа сотрудничества для обеспечения этого в регионах.

Abstract. The opportunity to quickly use the best practices of renowned universities and international cooperation to improve education, develop agricultural faculties and departments, and increase the income of their leading staff has been scientifically justified and prepared. A cooperation program has been developed to ensure this in the regions.

Ключевые слова. Улучшение обучения; кадры сельского хозяйства; международное сотрудничество; лучший мировой опыт; хоздоговоры.

Keywords. Improving education; agricultural personnel; international cooperation; the best global practices; business contracts.

Самый реальный способ улучшить подготовку кадров в регионах

Опыт ряда ведущих стран мира, изучаемый автором уже 35 лет, в том числе во время стажировок в Великобритании (в Кембридже и Лидском университете) и США и в командировках в Бельгию, Францию, Германию и Данию [1-9], показывает, что устойчивое развитие экономики в любых