

**ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
(ТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ: ОБРАЗОВАНИЕ ПОСЛЕ  
COVID-19: ОФФЛАЙН VS ОНЛАЙН)**

**А.Р. Нурутдинова<sup>1</sup>, Е.Г. Хакимова<sup>2</sup>, Е.В. Панфилова<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup> Казанский федеральный университет, Россия, Казань*

*<sup>2</sup> Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Казань*

*<sup>3</sup> АНО ДПО «Международный Академический Центр Образования», Россия, Казань*

***Аннотация.** Как сделать университеты менее уязвимыми, а высшее образование доступным, равноправным и устойчивым. Переход к онлайн-обучению сам по себе очень дорог, поскольку университеты лицензируют новое программное обеспечение и предоставляют вычислительное оборудование, чтобы все студенты могли учиться онлайн. Текущий кризис (COVID19) не только создал новые проблемы, но и выявил основную проблему. Перед лицом нынешней пандемии колледжам и университетам необходимо разработать стратегии для адаптации к чрезвычайно неопределенной среде не только для решения немедленного кризиса, но и для более долгосрочной перспективы. Нужно приложить реальные возможности для того, чтобы инженерное образование стало сильнее, сохраняя при этом качество. Пандемия COVID-19 привела к закрытию миллионы образовательных учреждений по всему миру. В результате мы должны найти новые способы обучения. Это кризис, но в первую очередь, время для переосмысления образования. В данной статье рассматриваются продуктивные способы и возможности, появившейся в результате катастрофического кризиса.*

***Ключевые слова:** специалисты по решению проблем, новаторы, междисциплинарный подход, современные проблемы, принципиально разные компетенции, широкое понимание, современные технологии.*

**REIMAGINING AND RETHINKING ENGINEERING EDUCATION (CASE STUDY: A POST COVID-19 EDUCATION: F2F vs ONLINE)**

**A.R. Nurutdinova<sup>1</sup>, E.G. Khakimova<sup>2</sup>, E.V. Panfilova<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup> Kazan Federal University, Russia,*

*<sup>2</sup> Kazan National Research Technological University, Russia, Kazan*

*<sup>3</sup> CPE ANCO «International Academic Centre for Language and Development», Russia, Kazan*

**Abstract.** *How to make universities less vulnerable and higher education accessible, equitable and sustainable. Moving to online learning is very expensive in itself, as universities license new software and provide computing hardware so that all students can study online. The current crisis (COVID19) has not only created new problems, but also revealed an underlying problem. In the face of the current pandemic, colleges and universities need to develop strategies to adapt to an extremely uncertain environment, not only to address the immediate crisis, but also for the longer term. Real opportunities need to be applied to make engineering education stronger while maintaining quality. The COVID-19 pandemic has forced the closure of millions of Universities around the world. As a result, educators and education leaders must find new ways to provide education to over one billion students. This is a crisis, but within which is the opportunity to rethink education. In this article, we discuss productive ways to take advantage of the opportunity brought about by the disastrous crisis.*

**Keywords:** *problem-solvers, innovators, interdisciplinary approach, contemporary problems, fundamentally different competencies, a broad based understanding, contemporary technologies.*

Представьте, что мы делали бы в отсутствие Интернета и всех технологических инструментов, к которым у нас есть доступ, во время длительной и постоянной изоляции Covid-19. В то время как технологии были огромным инструментом в наше время, остается недоумевать, почему миру нужно 18 месяцев, чтобы справиться с этой пандемией. Разве научные и технические инновации недостаточно развиты, чтобы находить быстрые решения?

С появлением информатики и искусственного интеллекта неужели невозможно ускорить создание вакцины? Каким будет путь к научному и инженерному образованию и как нам создать и укрепить наши образовательные учреждения, чтобы лучше подготовиться к решению, возможно, еще более серьезных проблем, таких как изменение климата, кибербезопасность и городская мобильность? Covid-19 – это тревожный сигнал, подчеркивающий необходимость взглянуть на все по-новому.

Эта ситуация усугубляется еще и тем фактом, что состояние инженерного и технологического образования в России далеко не обнадеживающее. Различные отчеты предполагают, что большая часть из 1,3 миллиона инженеров, которые ежегодно выпускаются на высшее образование, не имеют работы. Инженерные места во многих колледжах пустеют. С другой стороны, люди все больше осознают (даже до кризиса Covid19), что технологии - это новый язык мира, который ежедневно меняет нашу жизнь. Мы также знаем, что России необходимо почти утроить свой потенциал в области высшего образования в следующие 10-15 лет, чтобы перейти от валового коэффициента охвата образованием с 25 до 50 процентов. Инженерное образование за последние 30 лет способствовало успеху России в ИТ-индустрии.

Таким образом, проблема заключается в инженерии и технологиях как дисциплине или в том, как их преподают в настоящее время? Или проблема со студентами, которые заканчивают разные инженерные дисциплины?

Понятно, что это не первая причина. Сегодня мир нуждается в большем технологическом образовании, чем раньше. Компетентность в науке и технологиях подобна знанию языка, мы не можем винить студентов. Студенты инженерных колледжей возглавили IT-революцию и показали, что они могут адаптироваться к учебной программе и соответствовать ей. Обвинять учеников – значит уклоняться от ответственности преподавателей. Итак, ответ очевиден: инженерное образование в его нынешней форме нуждается в изобретении и переосмыслении.

Один из наиболее часто и постоянно задаваемых вопросов об онлайн-обучении – «работает ли оно» или «эффективно ли оно». Это законный вопрос, поскольку для любого, кто столкнулся с решением начать онлайн-образование, вполне естественно и разумно знать, работает ли оно. Но этот, казалось бы, разумный вопрос не только бессмысленный, но и опасный.

Вопрос бессмысленный, потому что однозначного ответа на него быть не может по ряду причин.

1. *Онлайн-образование (и его варианты, такие как онлайн-обучение, онлайн-обучение, дистанционное образование и дистанционное обучение) – это большой зонтик, охватывающий широкий спектр различных практик, которые сильно различаются по качеству.* Сравнение эффективности онлайн-образования с F2F-образованием было наиболее распространенным исследовательским подходом к изучению эффективности онлайн-образования. И долгое время был ответ, что между ними нет существенной разницы. Этот ответ, однако, не означает, что онлайн эффективен или нет; это просто означает, что существует множество эффективных и неэффективных программ как в онлайн-образовании, так и в F2F-образовании. Другими словами, вариация внутри больше, чем между вариациями (Zhao et al., 2005). Вот почему после десятков тысяч исследований лучший ответ, который можно получить о том, работает ли онлайн-образование, заключается в том, что нет существенной разницы от образования F2F. «Без разницы» - то же самое, что эффективно? Значит, работает или нет?

2. *Еще одна причина, по которой на этот вопрос не может быть однозначного ответа, – это разнообразие заинтересованных сторон в онлайн-образовании.* Хотя обычно предполагаемой заинтересованной стороной является студент, следовательно, большинство исследований посвящено результатам обучения студентов, но есть много других заинтересованных сторон. Учителя, поставщики онлайн-образования, поставщики технологий, семьи студентов, персонал службы технической поддержки, руководители предприятий и владельцы недвижимости – все заинтересованы в этом вопросе, потому что ответ также влияет на их благополучие. И, к сожалению, то, что

работает для одной заинтересованной стороны, может не работать для других. Например, то, что работает для поставщиков технологий, просто означает, что их доход увеличился из-за онлайн-образования, которое может быть оплачено владельцами недвижимости в студенческом городке, потому что с онлайн-образованием студенты больше не приходят в кампус. Таким образом, у онлайн-образования есть свои проигравшие и победители. Для одних это работает, а другим - причиняет вред. Если онлайн-образование приносит бизнесу огромную прибыль, оно, безусловно, работает для бизнеса, но работает ли оно для студентов?

3. *Даже в рамках одной и той же программы и только учащихся в качестве заинтересованных сторон не может быть однозначного ответа, потому что никакая программа не может иметь одинаковое влияние на всех учащихся в равной степени.* У студентов есть различия во многих областях, таких как личность, академическая подготовленность, опыт работы с технологиями, отношение к онлайн-обучению, доступ к технологиям, а также физическое местоположение и условия. Их разные характеристики создают разный опыт прохождения одного и того же курса и, следовательно, приводят к разным результатам (Zhao, 2018). Вот почему нет исследования, которое показало бы, что онлайн-образование приносит пользу всем учащимся, и почему существует так много исследований о том, какие студенты больше подходят для онлайн-образования. Если программа работает для 60% студентов, но не приносит пользы остальным 40%, насколько она эффективна?

4. *Еще одна причина, по которой вопрос не может иметь однозначного ответа, – это множественность результатов.* Результаты обучения включают в себя нечто большее, чем обычно измеряется оценками или тестами. Приобретение знаний и навыков - лишь часть причин, по которым люди идут в школу или проходят курсы. Другие причины могут включать в себя создание друзей и умение ладить с другими, проживание в сообществе, развитие важных личных качеств и даже бесплатное питание, что характерно для бедных детей в государственных школах (Zhao et al., 2019). Таким образом, недостаточно полагаться на результаты тестов или оценки, чтобы доказать, работает ли онлайн-образование. Как было обнаружено, несмотря на то, что нет значительной разницы между онлайн-образованием и обучением в формате F2F с точки зрения приобретения знаний, существует значительная разница в удовлетворенности учащихся (Zhao et al., 2005). Если онлайн-образование работает в одной области, но причиняет вред другим, например, мотивации к обучению или социально-эмоциональному развитию, работает ли оно?

5. *Быстрые изменения в технологиях, которые могут быть использованы для предоставления онлайн-образования, усугубляют неуловимость окончательного ответа на вопрос.* Хотя педагогика, дизайн и люди, без-

условно, играют важную роль в онлайн-образовании, технологии тоже. Получение онлайн-образования с помощью текстовых электронных писем определенно отличается от получения опыта с помощью видеоконференций и сред виртуальной и дополненной реальности. Технологии быстро меняются, поэтому исследования, проведенные в области онлайн-образования 5 лет назад, могут быть актуальны или не актуальны сегодня.

Таким образом, неудивительно, что десятилетия исследований онлайн или дистанционного образования не могут дать однозначного ответа на вопрос: работает ли это? Лучший ответ, который можно получить - это зависит от обстоятельств. Это зависит от того, как доставляется программа; это зависит от того, какие результаты оцениваются; это зависит от того, чьи интересы учитываются; это зависит от содержания, контекста, дизайна, доставки, технологии, преподавателя, студента и многих других факторов. Отсутствие однозначного ответа делает вопрос не только бессмысленным, но и опасным. Он отправлял и будет продолжать отправлять исследователей, политиков и других людей в кроличью нору эффективности, увековечивая бесполезную миссию по поиску новых доказательств эффективности или ее отсутствия. Это, мягко говоря, трата драгоценного времени и ресурсов.

Хуже того, всегда можно найти доказательства как положительных, так и отрицательных эффектов (лечение может быть эффективным в достижении желаемых и нежелательных эффектов) среди множества доказательств. Но битва за онлайн-образование редко заканчивается эмпирическими доказательствами образовательных преимуществ, а скорее политическими и деловыми интересами. Таким образом, доказательства часто выборочно отбираются в поддержку любого решения, которое вы предпочитаете, что приводит к безрассудным решениям, которые могут навредить студентам и другим людям.

Еще одна опасность заключается в упущении возможности искать ответы на правильные вопросы, которые действительно могут помочь улучшить онлайн-образование. Многие жалуются на то, что образование как область не прогрессирует так быстро, как другие области, такие как медицина и сельское хозяйство. Одной из причин отсутствия прогресса являются многочисленные войны, такие как «математические войны» и «войны за чтение», которые велись на протяжении всей истории образования, что способствовало феномену постоянных колебаний маятника в образовательной практике и политике. Войны и колебания маятника, по крайней мере, частично вызваны одержимостью сбором доказательств того, что работает, без размышления о том, что на этот вопрос нет окончательного ответа (Zhao, 2017, 2018).

Онлайн-образование может постигнуть та же участь, если не отказаться от вопросов в пользу более значимых, которые могут дать понимание и направить усилия по улучшению онлайн-образования для всех детей. В

конце концов, именно COVID-19, а не неоспоримые доказательства эффективности, превратил F2F-образование в онлайн для сотен миллионов студентов по всему миру практически в мгновение ока!

В зависимости от обстоятельств можно задать много значимых и продуктивных вопросов об онлайн-обучении. Учитывая, что системы образования по всему миру в настоящее время либо предлагают, либо решают предложить обучение в Интернете из-за пандемии COVID, есть важные вопросы, которые следует задать в этом конкретном контексте.

### *1. Подход «грандиозный вызов».*

Каковы основы этого переосмысления? Во-первых, инженерное образование должно включать в себя сильный элемент решения проблем «Большого Вызова». Инженеры должны работать, чтобы найти решения «больших проблем» мира, таких как изменение климата, сельское хозяйство, здравоохранение, образование и так далее. Это не только принесет больше инноваций в инженерное образование, но и создаст рабочие места для наших выпускников, что станет одной из лучших возможностей для инноваций.

Если инженерное образование должно коренным образом заново изобрести себя, тогда студентов нужно обучать заранее, чтобы они могли решать большие задачи. Одно из нововведений в инженерном образовании будет заключаться в поощрении модулей вокруг конкретной большой проблемы (например, здоровья), когда команды студентов берут на себя проекты по поиску решений конкретной проблемы.

Такое образование по самой природе грандиозной задачи также будет междисциплинарным. «Образ мышления, решающий большие проблемы» также приносит большие дивиденды в такой стране, как Индия, где решения некоторых из самых серьезных проблем связаны с технологиями. Такая простая проблема, как «водопроводная вода для всех» - это инженерная задача, которая может принести большие социальные и экономические дивиденды.

Во-вторых, высшее образование в наши дни не может работать изолированно. Степень по любой дисциплине, по крайней мере, на уровне бакалавриата, должна иметь широкую основу. Инженерное образование также должно быть более широким, без абсолютных границ.

### *2. Интегрирующие дисциплины.*

Если инженеры должны решать проблемы и предлагать решения, важно понимать, что такие решения требуют взаимодействия различных дисциплин. Например, технология дронов сочетает в себе элементы информатики, электроники и машиностроения. Инженерные дисциплины должны разрушиться, чтобы отразить эту текущую реальность, и новые инженерные степени, возможно, придется покончить с традиционными отраслями компьютерных наук, электротехники, машиностроения или гражданского строительства, как мы их знаем, и переосмыслить, чтобы они отражали более современные приложения.

Инженерия по самому своему определению – это применение научных принципов для решения проблем. Инженерное образование должно развиваться, чтобы отражать современные проблемы. Информатика так или иначе становится фундаментальной для большинства дисциплин. Инженерные дисциплины должны адаптироваться к этой новой реальности. Он должен не только больше интегрироваться с чистыми науками, но и лучше интегрироваться с гуманитарными и социальными науками.

Текущий подход заключается в разделении инженерного образования и естественнонаучного образования и в предложении некоторых курсов по общественным наукам, чтобы предоставить выпускникам технических специальностей «гуманитарные» знания. В идеальном сценарии должно быть гораздо больше. Это потребует создания новых курсов, которые фундаментально объединяют понимание общества с элементами науки и технологий.

### *3. Предпринимательский склад ума.*

Третий элемент этого переосмысления – привить инженерам предпринимательский склад ума творца, новатора. Инженерное образование должно стать более экспериментальным. Необходимо поощрять инженеров «вводить новшества» и «строить» во время учебы. Студентам также можно предложить сделать 6-9-месячный перерыв в середине курса, чтобы поработать в промышленности. Промышленность дает доступ к свежим идеям, а студенты получают раннее выявление и подтверждение своего интереса.

Большая часть этого образования (от которого вузы традиционно отказываются) заключается в воспитании определенного образа мышления. Часто учреждения считают, что их работа заключается в передаче знаний, но избегают прививать им черты мышления. Я считаю, что предприимчивость и установка на рост – это ключевой навык, необходимый для достижения успеха в 21 веке. Такой образ мышления позволяет не только создавать новые интересные предприятия, но и лучше выявлять проблемы, находить решения, создавать команды и эффективно работать на рабочем месте. Спросите любого генерального директора, и все они будут пытаться найти следующего «предпринимателя» в своей организации.

После COVID19 мир потребует от каждой организации цифровой трансформации. Это уже происходит, но темп будет только расти в геометрической прогрессии. Индии и миру потребуется больше выпускников, чем меньше, разбирающихся в науке и технике и способных помочь ориентироваться в этом новом мире. Надбавка за технологические таланты будет выше, а не ниже. Каждый инженер будет более трудоспособным, чем раньше.

Тем не менее, этим выпускникам потребуются принципиально разные компетенции и разное образование - широкое понимание и изучение современных технологий и общества, а также мышление, позволяющее справ-

ляться с неопределенностью, вводить новшества, саморефлектировать и сотрудничать. Пришло время написать новую инструкцию для инженерного образования.

### **Funding**

*The authors received financial support for the research, authorship, and/or publication of this article from CPE ANCO «International Academic Centre for Language and Development», Kazan, Russia.*

### **References**

1. Quinn D., Polikoff M. (2017). Summer learning loss: What is it, and what can we do about it. Brookings Institution.
2. Tyack D., Tobin W. (1994). The “grammar” of schooling: Why has it been so hard to change? American Educational Research Journal, 31(3), 453-479.
3. Zhao Y. (2017). What works can hurt: Side effects in education. Journal of Educational Change, 18(1), 1-19.
4. Zhao Y. (2018). What works may hurt: Side effects in education. Teachers College Press.
5. Zhao Y., Lei J., Yan B., Lai C., Tan S. (2005). What makes the difference: A practical analysis of research on the effectiveness of distance education. Teachers College Record, 107(8), 1836-1884.
6. Zhao Y., Wehmeyer M., Basham J., Hansen D. (2019). Tackling the wicked problem of measuring what matters: Framing the questions. ECNU Review of Education, 2(3), 262-278.

УДК 681.518.3

## **ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ И РАЗРАБОТКА СОБСТВЕННЫХ УЧЕБНЫХ КУРСОВ И СТЕНДОВ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ PIC16, STM32, ARDUINO**

**С.А. Попов, В.Х. Абдрахманов**

*Башкирский государственный университет, Россия, г. Уфа*

***Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы обучения важной составляющей для разработчиков современной электроники – программированию микроконтроллеров, изложен опыт разработки учебных стендов с различными актуальными современными микроконтроллерами, учебных курсов с использованием современного программного обеспечения для качественного обучения специалистов по электронной технике, получения навыков программирования, автоматизированного проектирования, цифровой и аналоговой схемотехники.*

***Ключевые слова:** лабораторные стенды, программирование микроконтроллеров, Atmel AVR, Microchip PIC, STMicroelectronics STM32, отладочные платы для микроконтроллеров, платформа Ардуино.*