

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРАКТИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ: АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ОПЫТА

Статья посвящена анализу и систематизации педагогического опыта формирования инженерного мышления обучающихся. Автором предложена типология образовательных практик, включающая контекстные, проектные, исследовательские, мейкерские и цифровые форматы. Обосновано, что преодоление разрыва между учебными задачами и реальной инженерной деятельностью возможно через создание единой образовательной экосистемы, интегрирующей образовательные практики.

Ключевые слова: инженерное мышление, инженерное образование, педагогические практики формирования инженерного мышления, проектная деятельность, единая образовательная экосистема.

Развитие современного общества все в большей степени определяется уровнем внедрения передовых инженерных и прорывных технологических решений, от которых напрямую зависят устойчивость социально-экономических процессов и способность государства обеспечивать собственную технологическую независимость. В условиях нарастающей глобальной конкуренции и ускоренного обновления технологий именно инженерная деятельность становится ключевым фактором инновационного развития и промышленной трансформации.

Технологические изменения современного этапа характеризуются не столько последовательным обновлением технических средств, сколько одновременным преобразованием способов проектирования, производства и управления сложными системами. В работах, посвященных анализу четвертой промышленной революции (в частности

К. Шваба), подчеркивается, что цифровые технологии, интеллектуальные алгоритмы и сетевые формы взаимодействия радикально изменяют логику инженерной деятельности. Она смещается от выполнения регламентированных операций к решению комплексных, слабо формализуемых задач [17]. В отличие от предыдущих этапов промышленного развития, ориентированных на механизацию и автоматизацию отдельных процессов, современный технологический этап характеризуется высокой степенью неопределенности, междисциплинарности и системной взаимосвязанности решений.

В данных условиях инженер все чаще выступает не как исполнитель заранее заданных алгоритмов, а как субъект проектирования, принимающий решения в ситуации неполной и противоречивой информации. Это объективно задает новые ориентиры для образовательной подготовки: от

обучающихся ожидается не только освоение предметных знаний, но и формирование инженерного мышления как способности анализировать проблемы и ситуации, проектировать их решения и нести ответственность за их последствия.

Вместе с тем анализ современной образовательной практики позволяет зафиксировать существенный разрыв между обозначенными требованиями и реальным состоянием подготовки учащихся. Во многих образовательных организациях, несмотря на развитие инфраструктуры, сохраняется доминирование репродуктивных методов обучения. Учебный процесс зачастую сводится к освоению готовых теоретических конструкций и решению типовых задач с заранее известным ответом. В результате обучающиеся оказываются ограничены рамками искусственно создаваемой педагогами учебной ситуации, не позволяющей обучающимся моделировать профессиональную деятельность, требующую работы с неопределенностью и техническими противоречиями.

Ситуация усугубляется кадровыми и материально-техническими дефицитами. Недостаточная обеспеченность современным оборудованием и нехватка педагогов, обладающих опытом реальной инженерной практики, приводят к тому, что формирование у обучающихся инженерного мышления подменяется изучением фактологического материала в рамках освоения планируемых предметных результатов.

Таким образом, в системе российского образования формируется устойчивое противоречие между современными требованиями к субъектности инженера и доступными педагогическими

средствами, которые по-прежнему ориентированы на исполнительскую дисциплину. Разрешение этого противоречия требует не просто обновления содержания учебных предметов, а перестройки мышления педагогов и пересмотра способов организации учебной деятельности школьников. Отсутствие целостного представления о том, как именно конструировать такую деятельность, делает необходимым систематический анализ накопленного педагогического опыта формирования мышления, отвечающего вызовам нового века.

В ранее опубликованной работе автора настоящей статьи инженерное мышление рассматривалось как «многогранное образование, включающее различные аспекты интеллектуальной и практической деятельности, обеспечивающее решение инженерно-технических задач» [1]. Такое понимание подчеркивает его интегративный и деятельностный характер.

В педагогической науке проблематика инженерного мышления рассматривается достаточно широко. В ряде исследований (М. В. Нешумаев, А. С. Колесникова, Т. В. Цоцко) акцент делается на развитии профессионально значимых умений и дидактических методов усвоения знаний [9]. Однако в рамках настоящего исследования мы предлагаем сместить фокус анализа с перечня формируемых компетенций на рассмотрение образовательных условий и практик формирования инженерного мышления.

С этой позиции инженерное мышление трактуется нами не как набор знаний и умений, а система специфических способов действий. Она проявляется в том, как обучающийся работает с инженерной задачей: как он интерпретирует

проблемную ситуацию, как выстраивает логику решения и, что критически важно, как осуществляет рефлексивную корректировку своих действий. Следовательно, эффективность педагогической практики определяется тем, насколько она позволяет включить обучающегося в позицию исследователя-конструктора, а не пассивного слушателя и исполнителя известных алгоритмов и готовых инструкций.

В связи с задачами систематизации нами были выделены аналитические основания, отражающие динамику учебной деятельности:

- 1) характер постановки задачи (степень ее открытости и контекстуальности);
- 2) способы организации деятельности (алгоритмический или поисковый);

3) формы оценки и валидации результата (проверка учителем или функциональное тестирование).

Материалом исследования послужили педагогические практики, представленные в научных публикациях, методических разработках и описании опыта педагогов, реализующих инженерно-ориентированное обучение. Анализ осуществлялся на уровне обобщения воспроизводимых педагогических решений, повторяющихся в различных образовательных контекстах.

Представленная далее систематизация не является описанием отдельных авторских методик, а отражает типологию подходов к организации инженерной подготовки. В результате проведенного нами анализа практики были объединены в пять ключевых групп, различающихся по преобладающему способу деятельности обучающихся (таблица).

Систематизация педагогических практик формирования инженерного мышления

Группа практик	Особенности постановки задачи (Тип неопределенности)	Организация деятельности (Способ действия)	Механизмы валидации (Проверка решения)	Формируемый результат (Компонент мышления)
Контекстно-проблемные	Наличие скрытых противоречий, «шума» или недостаточности исходных данных	Перевод неструктурированного запроса в техническое задание (тз)	Проверка решения на физическую реализуемость и ресурсную доступность	Способность формализовать проблему и очертить границы решения
Проектно-ориентированные	Отсутствие эталонного ответа, конфликт между параметрами (цена/качество/время)	Реализация логики «от замысла до утилизации»	Обоснование выбора архитектуры системы и соответствия функциональным требованиям	Удержание целостности объекта и балансировка ресурсов

Группа практик	Особенности постановки задачи (Тип неопределенности)	Организация деятельности (Способ действия)	Механизмы валидации (Проверка решения)	Формируемый результат (Компонент мышления)
Исследовательские	Отсутствие известного алгоритма и эмпирических данных для решения	Выдвижение гипотез и инструментальный сбор фактов	Статистическое подтверждение надежности полученных данных	Навык обоснования инженерных решений через доказательную базу
Мейкерские (Прототипирование)	Необходимость реализации функционала «здесь и сейчас» из доступных материалов	Метод быстрых проб и ошибок «мышление руками»	Стресс-тесты прототипа (краш-тесты) и выявление узких мест конструкции	Интуитивное понимание сопрямата и изобретательская смекалка
Цифровые и симуляционные	Невозможность физического эксперимента (риск, цена, масштаб)	Создание математических моделей и симуляция процессов	Сопоставление поведения модели с расчетными предельными нагрузками	Умение оперировать абстракциями и предвидеть отказы системы

Как следует из таблицы, ключевым различием представленных практик является тип неопределенности, с которым сталкивается обучающийся. Именно способность преодолевать эту неопределенность, принимая обоснованные технические решения, отличает инженера от исполнителя. Чтобы продемонстрировать, как этот принцип реализуется в прикладной плоскости, далее мы раскроем специфику каждой группы через описание конкретных педагогических кейсов и анализ их образовательных эффектов.

Первая классификационная группа объединяет образовательные форматы, фундаментальной особенностью которых выступает погружение обучающегося в профессиональный контекст с высокой степенью неопределенности. В отличие от рафинированных учебных задач, содержащих исчерпывающий набор данных, реальная инженерная

практика характеризуется информационной энтропией, где исходные сведения могут быть избыточными, противоречивыми или фрагментарными. Структурный анализ данной группы позволяет дифференцировать подходы в зависимости от типа моделируемой деятельности и целевой аудитории.

Для студентов и старшеклассников, ориентированных на системный анализ и макроэкономические процессы, наиболее релевантным форматом является **Международный инженерный чемпионат «CASE-IN»** [6]. Специфика деятельности участников здесь заключается в работе с аутентичной производственной повесткой, например развитием энергосистем в сложных климатических условиях. Образовательная среда в данном случае имитирует работу распределенного аналитического центра или проектного офиса. Обучающиеся взаимодействуют в цифровом

пространстве, используя геоинформационные системы (GIS) для пространственного анализа территорий, специализированные программные пакеты для расчета нагрузок и инструменты экономической визуализации. Подобная инфраструктура позволяет работать с массивами неструктурированной информации, включающими геологические карты и финансовую отчетность. Ключевой образовательный эффект состоит в формировании компетенций многофакторной верификации, когда инженерный расчет неразрывно связывается с экономическим обоснованием, трансформируя мышление исполнителя в мышление аналитика.

На аудиторию технологически одаренных школьников ориентирована **Национальная технологическая олимпиада (НТО)** [8], реализующая контекстный подход через командную работу с ролевой дифференциацией. В профиле «Беспилотные авиационные системы» среда представляет собой киберфизический полигон, где группа участников функционирует как сложный инженерный расчет. Успех миссии зависит от сегрегации зон ответственности: пока конструктор проектирует узел захвата, программист разрабатывает навигационные алгоритмы. В таком контексте участники сталкиваются с социальным типом неопределенности, когда код одного специалиста должен соответствовать механике другого. Образовательный эффект заключается в формировании навыка инженерной коммуникации и понимании того, что создание сложной системы невозможно без синхронизации компетенций.

В сегменте практико-ориентированного конструирования с высоким уровнем внедрения ключевую позицию занимает трек «ИКаР-ТЕХНО», являющийся частью экосистемы **Всероссийского конкурса «Инженерные кадры России» (ИКаР)** [2]. Если классические форматы допускают создание макетов, то регламент данного трека устанавливает категорический императив: разработка функционального технического продукта строго в соответствии с техническим заданием от действующего предприятия. Среда работы выходит за пределы учебного класса, требуя интеграции проектного решения непосредственно в технологическую цепочку заказчика. Участники создают реальные устройства, спектр которых варьируется от портативных вычислительных модулей и 3D-моделей оснастки до автоматизированных систем подсчета разнокалиберных деталей. Доминантой оценки здесь служит не сложность конструкции сама по себе, а степень реального внедрения проекта в производственный процесс. Такой подход формирует у обучающихся жесткую дисциплину соответствия требованиям заказчика и понимание того, что ценность инженерного труда измеряется его утилитарной пользой для промышленности.

Таким образом, зафиксировано разнообразие образовательных сред – от цифровых аналитических платформ до реальных производственных участков. Это обеспечивает качественный переход от пассивного потребления знаний к их активному применению. Инженерное мышление в данном контексте кристаллизуется как способность действо-

вать в условиях неопределенности, создавая продукты, востребованные реальным сектором экономики.

Вторая классификационная группа объединяет педагогические форматы, базирующиеся на методологии проектного обучения, ключевым отличием которой от контекстно-проблемного подхода выступает смена целевой установки с анализа внешней ситуации на синтез принципиально нового технического объекта. Инженерное мышление здесь формируется через проживание обучающимся полного жизненного цикла изделия, включающего этапы концептуализации замысла, проектирования, конструирования, тестирования и ввода в эксплуатацию. Структурный анализ данной группы позволяет выделить несколько уровней реализации, различающихся по целевой аудитории и глубине проработки инженерного решения.

Для одаренных школьников эталонной проектной практики служит **программа «Большие вызовы»** [4] центра «Сириус», ориентированная на создание отчуждаемого продукта в сжатые сроки. Образовательная среда здесь имитирует деятельность реального R&D-подразделения с профессиональным оборудованием. Участники под руководством индустриальных наставников решают задачи без заранее известного ответа, доводя идеи до стадии минимально жизнеспособного продукта (MVP). Ключевой образовательный эффект – формирование ответственности за результат, обеспечиваемой жесткой экспертной валидацией решений профессиональным сообществом.

Для широкого круга школьников, ориентированных на прикладное творчество и технологическое предпринимательство, наиболее релевантным форматом выступает **Всероссийский конкурс «ШУСТРИК»** (Школьник, умеющий строить инновационные конструкции) [3]. В отличие от фундаментальных научных задач, здесь акцент смещается в плоскость коммерциализации и бытовой полезности разработок. Среда деятельности трансформируется в пространство, где доступность инструментов цифрового производства позволяет быстро материализовать инженерный замысел. Участникам предлагается спроектировать устройство, решающее конкретную проблему пользователя, будь то автоматизация домашнего хозяйства или создание вспомогательных технологий. Уникальность подхода состоит в требовании обосновать потребительскую ценность изобретения, что вынуждает юных инженеров рассматривать свой проект не как абстрактную модель, а как рыночный продукт. Это способствует развитию системно-управленческого мышления, позволяя обучающимся увидеть взаимосвязь между техническими характеристиками устройства, себестоимостью его производства и потенциальным спросом.

В сегменте командных соревнований выделяется **Международный конкурс «Кванториада»**, проходящий в режиме хакатона. Его ключевая особенность – «секретное задание»: участники должны оперативно доработать домашнюю заготовку под новые вводные и агрессивные условия полигона. В отличие от стендовых выставок здесь требуется демонстрация функциональной

живучести устройства в реальном времени. Такой подход формирует компетенции оперативного инжиниринга: школьники учатся не просто проектировать, а поддерживать работоспособность, ремонтировать и перепрограммировать систему в стрессовой ситуации.

Таким образом, проектно-ориентированные практики обеспечивают преодоление фрагментарности знаний обучающихся, трансформируя разрозненные предметные сведения в целостный инструмент созидания. Инженерное мышление в данном контексте кристаллизуется как способность удерживать целостность создаваемого объекта, управлять ограниченными ресурсами и обеспечивать соответствие итогового результата изначально заданным требованиям заказчика.

Третья группа педагогических практик объединяет форматы, направленные на освоение методологии научного познания. Фундаментальное отличие исследовательской деятельности от проектной заключается в целевой установке, где приоритетом выступает не создание утилитарного продукта, а получение нового объективного знания об окружающем мире. Инженерное мышление в данном контексте трансформируется в естественно-научное, базирующееся на принципах доказательности, воспроизводимости эксперимента и критического анализа эмпирических данных.

Для академически ориентированных школьников, нацеленных на фундаментальную науку, эталонным форматом служит программа «**Шаг в будущее**» [12]. Специфика деятельности

здесь строго регламентирована протоколами классического научного исследования. Обучающийся проходит путь от формулирования гипотезы до её экспериментальной проверки и теоретического обобщения результатов. Образовательная среда в данном случае представляет собой симбиоз школьной лаборатории и университетской кафедры, где доступ к научной периодике и базам данных позволяет провести глубокий литературный обзор. Особенностью подхода является жесткое требование к новизне полученных данных, что отличает исследовательскую работу от реферата. Ключевым образовательным эффектом становится формирование академической грамотности и культуры доказательной аргументации, когда каждое утверждение автора должно быть подкреплено статистически значимыми результатами измерений.

На аудиторию школьников с развитым критическим мышлением и склонностью к физико-математическим дисциплинам ориентирован **Турнир юных физиков (ТЮФ)** [15]. Это уникальная практика, сочетающая в себе исследовательскую задачу и научную полемику. Специфика заключается в работе с так называемыми задачами открытого типа, которые не имеют единственно верного решения. Участникам необходимо построить феноменологическую модель сложного физического явления, например, объяснить движение неньютоновской жидкости или акустические свойства гранулированных сред. Среда соревнований имитирует процедуру защиты диссертации в миниатюре: роли докладчика, оппонента и рецензента четко распределены, а дискуссия ве-

дется в формате научного боя. Образовательная ценность ТЮФ состоит в развитии навыка фальсифицируемости гипотез, когда школьники учатся искать слабые места в чужой логике и отстаивать собственную модель под шквалом критики, понимая границы применимости физических законов.

В сегменте междисциплинарных исследований с использованием высокотехнологичного инструментария выделяется образовательный **проект «Курчатовский класс»** (реализуемый при поддержке НИЦ «Курчатовский институт») [11]. Данная практика ориентирована на конвергенцию наук (НБИКС-технологии) и предполагает работу школьников на профессиональном оборудовании. Среда обучения здесь трансформируется в высокотехнологичный полигон, оснащенный атомно-силовыми микроскопами, спектрометрами и генетическими анализаторами. Специфика деятельности заключается в проведении инструментальных измерений на наноуровне, что ранее было недоступно в школьном образовании. Обучающиеся исследуют морфологию поверхности материалов, химический состав образцов или биологические микрообъекты. Педагогический эффект выражается в формировании метрологической культуры и понимании природы погрешностей измерения, позволяя школьникам осознать разницу между теоретической моделью и реальным физическим экспериментом.

Таким образом, исследовательские практики обеспечивают формирование научного мировоззрения. Мышление обучающегося в данном контексте эволюционирует от наивного реализма к

критическому рационализму, способному различать факт и интерпретацию, причину и следствие.

Четвертая классификационная группа объединяет образовательные форматы, базирующиеся на философии мейкерства и технологиях быстрого прототипирования. Фундаментальное отличие данного подхода от проектного заключается в смещении фокуса с финального продукта и его внедрения на сам процесс материализации идеи. Инженерное мышление в данном контексте трансформируется через тактильное взаимодействие с материалом и инструментами, формируя компетенцию «думать руками» и способность оперативно превращать абстрактный цифровой чертеж в физический объект.

Для широкой аудитории школьников и студентов, вовлеченных в техническое творчество на начальном и продвинутом этапах, системообразующей инфраструктурой выступает **сеть Центров молодежного инновационного творчества (ЦМИТ) и Фаблабов** [13]. Специфика деятельности здесь определяется доступностью высокотехнологичного оборудования для реализации персональных замыслов. В отличие от заводского конвейера, где тиражируется одна деталь, в ЦМИТе каждый пользователь создает уникальное изделие. Образовательная среда представляет собой открытую мастерскую цифрового производства, оснащенную 3D-принтерами, лазерными резаками, фрезерными станками с ЧПУ и паяльными станциями. Участник получает возможность самостоятельно пройти путь от компьютерной CAD-модели до готового прототипа за считанные часы.

Ключевой образовательный эффект заключается в технологической демократизации, когда обучающийся перестает воспринимать сложное оборудование как «черный ящик» и овладевает инструментарием аддитивных и субтрактивных технологий для решения своих задач.

На аудиторию активных энтузиастов и технологических комьюнити ориентированы форматы мейкерских фестивалей и хакатонов, ярким примером которых является **фестиваль идей и технологий «Rukami»** (проект Кружкового движения НТИ) [16]. Специфика здесь заключается в демонстрации и обмене опытом создания самодельных устройств, часто собранных из подручных материалов с применением современной электроники. Среда такого мероприятия представляет собой пространство креативного хаоса и горизонтальной коммуникации, где школьник может представить свой прототип наравне с профессиональным инженером. Особенностью формата является отсутствие жестких технических заданий, собственных олимпиад, что стимулирует свободный изобретательский поиск. Педагогическая ценность мейкерских событий состоит в формировании авторской позиции и инженерной смелости, позволяя участникам преодолеть страх ошибки и увидеть в технике средство самовыражения, а не просто объект изучения.

В сегменте системной предпрофессиональной подготовки мейкерский подход реализуется через **модули «Хайтек» в сети детских технопарков «Кванториум»** [7]. Целевой аудиторией выступают школьники, осваиваю-

щие базовые навыки работы с материалами. Специфика деятельности заключается в обучении методам реверс-инжиниринга и быстрого прототипирования узлов для смежных направлений (робототехники, аэроквантума). Среда обучения организована как высокотехнологичный цех, где безопасность труда сочетается со свободой доступа к станкам. Школьники учатся выбирать оптимальный способ изготовления детали, понимая разницу между печатью пластиком, резкой фанеры или фрезеровкой металла. Образовательный эффект выражается в развитии пространственного мышления и понимании свойств материалов, что является необходимым фундаментом для любой конструкторской деятельности.

Таким образом, мейкерские практики обеспечивают преодоление барьера между виртуальным моделированием и физической реальностью. Мышление обучающегося в данном контексте эволюционирует от созерцательного к созидательному, базирующемуся на итерационном подходе: «спроектировал – изготовил – протестировал – улучшил».

Пятая классификационная группа объединяет образовательные форматы, базирующиеся на технологиях виртуального прототипирования и математического моделирования. Принципиальное отличие данного подхода заключается в переносе инженерной деятельности из физического мира в цифровое пространство. Если в мейкерских практиках обучающийся работает с материей, то здесь объектом манипуляции выступают информационные модели и алгоритмы. Инженерное мышление в данном контексте трансформируется в способность проводить виртуальные

испытания, прогнозировать поведение сложных систем без натурных экспериментов и осуществлять виртуальную пусконаладку оборудования.

Для профильных инженерных классов эффективна **практика на базе среды SimInTech** [14], заменяющая физическую сборку строгим математическим моделированием. Проектируя логику систем автоматики и анализируя графики процессов, школьники переходят от восприятия устройства как «черного ящика» к оперированию математическими абстракциями. Это формирует модельно-ориентированное мышление, где поведение «железа» понимается через заложенные в него законы управления.

На уровне уроков технологии и дополнительного образования широкое распространение получил подход, **концептуально обоснованный в трудах Дениса Геннадьевича Копосова** (автора федеральной линейки учебников по робототехнике и технологии) [5]. Его методика постулирует необходимость этапа виртуального моделирования перед работой с реальными компонентами, что реализуется через использование симуляторов схемотехники (типа Tinkercad Circuits). Специфика работы заключается в создании цифрового двойника электрической цепи, где среда полностью имитирует физические процессы: если ученик неверно рассчитал сопротивление, виртуальный компонент на экране «сгорает». Педагогическая ценность подхода Д. Г. Копосова заключается в развитии культуры инженерной верификации. Мышление школьника перестраивается с бытового «метода проб и ошибок» на про-

фессиональный стандарт предиктивного анализа, при котором любая гипотеза (схема или код) сначала подвергается безопасной проверке в цифровой среде, и лишь подтвержденное решение допускается к физической реализации.

В сегменте проектной деятельности с использованием VR-технологий выделяется подход, реализованный на **базе платформы Varwin Education** [10]. Данная среда ориентирована на обучение школьников созданию образовательных симуляторов без необходимости написания сложного кода. Целевой аудиторией выступают учащиеся, конструирующие интерактивные трехмерные сцены, например, виртуальные химические лаборатории или тренажеры по технике безопасности. Специфика задачи состоит в использовании инструментов визуального программирования (Blockly) для настройки поведения объектов. Образовательный эффект сфокусирован на формировании алгоритмического и сценарного мышления.

Таким образом, цифровые и симуляционные практики обеспечивают безопасность и скорость инженерного поиска. Мышление обучающегося в данном контексте эволюционирует от эмпирического метода проб и ошибок к культуре предварительного моделирования, что является технологическим стандартом современной индустрии.

Проведенный в рамках настоящей статьи типологический анализ позволяет констатировать, что современный ландшафт инженерного образования в Российской Федерации характеризуется высокой вариативностью педагогических форматов. Систематизация

позитивного опыта позволила выделить пять ключевых групп практик: контекстно-проблемные, проектно-ориентированные, исследовательские, мейкерские, а также цифровые и симуляционные. Каждая из этих групп направлена на преодоление специфического типа неопределенности – от информационно-энтропийной и научных противоречий до ресурсных ограничений и отсутствия физического доступа к объекту.

Обобщая результаты исследования, можно сделать вывод, что ни одна из рассмотренных практик, взятая изолированно, не способна обеспечить формирование инженерного мышления в полной мере. Инженерное мышление представляет собой полиструктурный феномен, требующий комплексного педагогического воздействия. Только интеграция различных подходов создает условия для становления компетентного специалиста. Контекстные практики формируют аналитический базис и навыки работы в команде, проектные форматы обеспечивают понимание жизненного цикла продукта и ответственность за результат, исследовательская

деятельность прививает культуру доказательности и научной верификации, мейкерство снимает психологические барьеры перед материальным производством, а цифровые инструменты формируют культуру предиктивного моделирования и системного анализа.

Таким образом, преодоление зафиксированного во введении разрыва между репродуктивным характером массового обучения и запросами высокотехнологичной индустрии возможно только через построение единой образовательной экосистемы. В такой системе описанные практики должны выступать не как конкурирующие методики, а как комплементарные элементы, обеспечивающие синергетический эффект. Переход от фрагментарного использования отдельных инструментов к их системному внедрению является необходимым условием для подготовки нового поколения инженеров, обладающих субъектной позицией и способных обеспечивать технологический суверенитет государства в условиях глобальных вызовов.

Литература

1. Бирюков А. А. Формирование инженерного стиля мышления обучающихся как фактор подготовки инженерных кадров // Вестник Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. Педагогические и психологические науки. 2025. № 4 (82). С. 172 – 183.
2. Всероссийский конкурс «Инженерные кадры России» (ИКаР) : [офиц. страница]. URL: <https://www.paor.pf/inzhenernye-kadry-rossii/> (дата обращения: 01.02.2026).
3. Всероссийский конкурс «ШУСТРИК» : [офиц. сайт]. URL: <https://shustrik.org/> (дата обращения: 20.01.2026).
4. Конкурс научно-технологических проектов «Большие вызовы» : [офиц. сайт]. URL: <https://bigchallenges.ru/> (дата обращения: 01.02.2026).

5. Копосов Д. Г. Технология. Робототехника. 7 – 8 классы : учеб. пособие. М. : Просвещение, 2022. 177 с.
6. Международный инженерный чемпионат «CASE-IN» : [офиц. сайт]. URL: <https://case-in.ru/ru/> (дата обращения: 15.01.2026).
7. Направление «Хайтек» детского технопарка «Кванториум-33» : [офиц. страница]. URL: <https://kvantorium33.ru/index.php/lab/khajtekhajtek> (дата обращения: 15.01.2026).
8. Национальная технологическая олимпиада (НТО) : [офиц. сайт]. URL: <https://ntcontest.ru/> (дата обращения: 18.01.2026).
9. Нешумаев М. В., Колесникова А. С., Цоцко Т. В. Психолого-педагогические аспекты проблемы развития инженерного мышления младших школьников // Universum: психология и образование. 2017. № 11(41). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihologo-pedagogicheskie-aspekty-problemy-razvitiya-inzhenernogo-myshleniya-mladshih-shkolnikov> (дата обращения: 08.01.2026).
10. Образовательная платформа Varwin Education : [офиц. сайт]. URL: <https://varwin.com/ru/education/> (дата обращения: 23.01.2026).
11. Образовательный проект «Курчатовский класс» : [офиц. сайт]. URL: <https://nrcki.ru/catalog/celevaya-mezhdisciplinarnaya-podgotovka-kadrov/shkolnikam/kurchatovskie-klassy/> (дата обращения: 10.01.2026).
12. Олимпиада школьников «Шаг в будущее» : [офиц. сайт]. URL: <https://olymp.bmstu.ru/ru> (дата обращения: 01.02.2026).
13. Проектная школа ЦМИТ «Техноспарк» : [офиц. сайт]. URL: <https://fablab.pro/> (дата обращения: 27.12.2025).
14. Среда динамического моделирования SimInTech : [офиц. сайт]. URL: <https://simintech.ru/> (дата обращения: 16.01.2026).
15. Турнир юных физиков (ТЮФ) : [офиц. сайт]. URL: <https://iypt.ru/> (дата обращения: 22.01.2026).
16. Фестиваль идей и технологий «Rukami» : [страница проекта]. URL: <https://www.artlebedev.ru/rukami/> (дата обращения: 01.02.2026).
17. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М. : Эксмо, 2022. 208 с.

References

1. Biryukov A. A. Formirovanie inzhenernogo stilya my`shleniya obuchayushhixsya kak faktor podgotovki inzhenerny`x kadrov // Vestnik Vladimirskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Aleksandra Grigor`evicha i Nikolaya Grigor`evicha Stoletovy`x. Pedagogicheskie i psixologicheskie nauki. 2025. № 4 (82). S. 172 – 183.
2. Vserossijskij konkurs «Inzhenerny`e kadry` Rossii» (IKaR) : [oficz. stranicza]. URL: <https://www.raor.rf/inzhenernye-kadry-rossii/> (data obrashheniya: 01.02.2026).
3. Vserossijskij konkurs «ShUSTRIK» : [oficz. sajtl]. URL: <https://shustrik.org/> (data obrashheniya: 20.01.2026).
4. Konkurs nauchno-texnologicheskix proektov «Bol`shie vy`zovy`» : [oficz. sajtl]. URL: <https://bigchallenges.ru/> (data obrashheniya: 01.02.2026).

5. Koposov D. G. Tekhnologiya. Robototexnika. 7 – 8 klassy` : ucheb. posobie. M. : Prosveshhenie, 2022. 177 s.
6. Mezhdunarodny`j inzhenerny`j chempionat «CASE-IN» : [oficz. sayt]. URL: <https://case-in.ru/ru/> (data obrashheniya: 15.01.2026).
7. Napravlenie «Xajtek» detskogo texnoparka «Kvantorium-33» : [oficz. stranicza]. URL: <https://kvantorium33.ru/index.php/lab/khajtek> (data obrashheniya: 15.01.2026).
8. Nacional`naya texnologicheskaya olimpiada (NTO) : [oficz. sayt]. URL: <https://ntcontest.ru/> (data obrashheniya: 18.01.2026).
9. Neshumaev M. V., Kolesnikova A. S., Czoczko T. V. Psixologo-pedagogicheskie aspekty` problemy` razvitiya inzhenernogo my`shleniya mladshix shkol`nikov // Universum: psixologiya i obrazovanie. 2017. № 11(41). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihologo-pedagogicheskie-aspekty-problemy-razvitiya-inzhenernogo-myshleniya-mladshih-shkolnikov> (data obrashheniya: 08.01.2026).
10. Obrazovatel`naya platforma Varwin Education : [oficz. sayt]. URL: <https://varwin.com/ru/education/> (data obrashheniya: 23.01.2026).
11. Obrazovatel`ny`j proekt «Kurchatovskij klass» : [oficz. sayt]. URL: <https://nrcki.ru/catalog/celewaya-mezhdisciplinarnaya-podgotovka-kadrov/shkolnikam/kurchatovskie-klassy/> (data obrashheniya: 10.01.2026).
12. Olimpiada shkol`nikov «Shag v budushhee» : [oficz. sayt]. URL: <https://olymp.bmstu.ru/ru> (data obrashheniya: 01.02.2026).
13. Proektnaya shkola CzMIT «Texnospark» : [oficz. sayt]. URL: <https://fablab.pro/> (data obrashheniya: 27.12.2025).
14. Sreda dinamicheskogo modelirovaniya SimInTech : [oficz. sayt]. URL: <https://simintech.ru/> (data obrashheniya: 16.01.2026).
15. Turnir yuny`x fizikov (TYuF) : [oficz. sayt]. URL: <https://iypt.ru/> (data obrashheniya: 22.01.2026).
16. Festival` idej i texnologij «Rukami» : [stranicza proekta]. URL: <https://www.artlebedev.ru/rukami/> (data obrashheniya: 01.02.2026).
17. Shvab K. Chetvertaya promy`shlennaya revolyuciya. M. : E`ksmo, 2022. 208 s.

A. A. Biryukov

**PEDAGOGICAL PRACTICES OF ENGINEERING STUDENTS' THINKING
FORMATION: ANALYSIS AND SYSTEMATIZATION OF POSITIVE
EXPERIENCE**

The article is devoted to the analysis and systematization of pedagogical experience in the formation of engineering thinking of students. The author suggests a typology of educational practices, including contextual, design, research, maker, and digital formats. It is proved that bridging the gap between educational tasks and real engineering activities is possible through the creation of a single educational ecosystem integrating these approaches.

Key words: *engineering thinking, engineering education, pedagogical practices of engineering thinking formation, project activity, unified educational ecosystem.*