

Научная статья

УДК 372.862

DOI: 10.57769/2227-8591.14.2.01

Э. Г. Крылов

РОЛЬ МИКРОКОНТЕКСТОВ В ФОРМИРОВАНИИ КОГНИТИВНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ОБЩЕИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН В УНИВЕРСИТЕТЕ



КРЫЛОВ Эдуард Геннадьевич – доктор педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой «Механика»; Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова. ул. Студенческая 7, Ижевск, 426069, Россия. SPIN-код РИНЦ: 5730-7786; ORCID: 0000-0002-1703-2119. kryloveg@istu.ru

KRYLOV Eduard G. – Kalashnikov Izhevsk State Technical University; 7, Studencheskaya str., Izhevsk, 426069, Russia. ORCID: 0000-0002-1703-2119. kryloveg@istu.ru

Аннотация. Развитие когнитивных компетенций, творческого и критического мышления будущих инженеров представляет собой комплексную научную проблему, которая на сегодня еще далека от решения, поскольку состоявшийся во всем мире переход к постиндустриальным технологиям значительно опередил трансформацию системы профессионального образования. Целью статьи является исследование методических решений для активизации роли студентов в процессе обучения, создания условий для их когнитивной вовлеченности в процесс творческого преобразования информации, придания личностного смысла получаемому учебному опыту. Существующие подходы часто предполагают введение специальных дисциплин или активностей для развития когнитивных компетенций, критического и творческого мышления. Однако исследования интеллектуальных мыслительных операций, лежащих в основе формирования когнитивной сферы, и психических процессов, происходящих при интериоризации учебной информации, показывают, что эти базовые интеллектуальные ресурсы личности могут задействоваться постоянно, при обучении любой дисциплине, необходимо лишь создавать условия для постоянного усиленного интеллектуально-психического напряжения. Специальные методические приемы с использованием микроконтекстов, рассматриваемых с общенаучных позиций, позволяют формировать осознанное критическое отношение к новой информации, способствуют развитию когнитивных умений и навыков. В статье приводятся семь методических приемов раскрытия микроконтекстов фрагментов учебной информации при обучении общеинженерным дисциплинам механического направления – теоретической механике и теории механизмов и машин. Методические приемы с использованием микроконтекстов позволяют формировать осознанное критическое отношение к новой информации, способствует развитию когнитивных умений и навыков. Микроконтекст как способ контрастного описания объектов, понятий, действий при выяснении их отношений с ближайшим окружением, может использоваться при обучении любой инженерной дисциплине.

Ключевые слова: ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ, КОГНИТИВНАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ, КРИТИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ, ТВОРЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ, КОНТЕКСТ, КОНТЕКСТНОЕ ОБУЧЕНИЕ, МИКРОКОНТЕКСТ, МЕТОДИЧЕСКИЙ ПРИЕМ

Для цитирования: Крылов Э.Г. Роль микроконтекстов в формировании когнитивных компетенций в преподавании общеинженерных дисциплин в университете // Вопросы методики преподавания в вузе. 2025. Т. 14. № 2. С. 8–24. DOI: 10.57769/2227-8591.14.2.01

Статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).
© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2025.

Research article

DOI: 10.57769/2227-8591.14.2.01

ROLE OF MICROCONTEXTS IN THE FORMATION OF COGNITIVE COMPETENCES IN TEACHING GENERAL ENGINEERING DISCIPLINES AT THE UNIVERSITY

Abstract. The worldwide transition to post-industrial technologies has significantly outpaced changes in vocational education institutions, making the development of future engineers' cognitive skills as well as their creative and critical thinking a challenging scientific issue that has not yet been solved. The purpose of the article is to propose a methodological solution for activating the role of students in the learning process and establishing the conditions for their cognitive participation in the procedure of creative modification of information. Current methods frequently entail the introduction of specific subjects or activities to foster the growth of critical, creative, and cognitive abilities. However, the research into the mental processes taking place during the interiorization of educational information and the intellectual operations underlying cognitive sphere formation demonstrates that these fundamental intellectual resources of the individual can be continuously engaged in learning any discipline. However, it is necessary that we create conditions permitting continuous, manageable intellectual and psychological strain. Special teaching strategies that make use of microcontexts regarded from a broad scientific perspective enable the development of students' cognitive skills and capacities as well as the formation of a conscious critical attitude towards knowledge to be learned. Seven teaching strategies are presented in the paper for revealing the microcontexts of educational information fragments when teaching fundamental mechanical engineering courses, such as *Theory of Mechanics and Mechanisms and Machine Sciences*. Teaching strategies using microcontexts allows to form a conscious critical attitude to new information, promote the development of students' cognitive skills and abilities. Any engineering discipline can benefit from the use of microcontexts since they offer contrasting descriptions of concepts, actions, and objects while clarifying how these relate to their immediate environment.

Keywords: ENGINEERING EDUCATION, COGNITIVE COMPETENCE, CRITICAL THINKING, CREATIVE THINKING, CONTEXT, CONTEXTUAL LEARNING, MICROCONTEXT, TEACHING STRATEGY

For citation: Krylov E.G. Role of microcontexts in the formation of cognitive competences in teaching general engineering disciplines at the university. *Teaching Methodology in Higher Education*. 2025. Vol. 14. No 2. P. 8–24. DOI: 10.57769/2227-8591.14.2.01

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).
© Published by Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, 2025.

Введение. Методология инженерного образования в отношении целей, подходов, задач в настоящее время претерпевает существенную трансформацию. Метапредметные, когнитивные навыки, критическое

мышление, креативность становятся не менее важными, чем профессиональные знания, полученные в ходе профессиональной подготовки. При увеличении средней продолжительности жизни и, соответственно, активной деятельности в профессии, неразумно ожидать, что специалист будет работать именно с тем кругом вопросов и багажом теоретических и практических сведений, которые были определены и освоены в вузе. В XXI веке инженеры сталкиваются с проблемами сложности, неопределенности и неоднозначности как фундаментальными аспектами постиндустриальных технологий [1]. Одновременно с этим, методологи науки констатируют смену общенаучной парадигмы, и наступление этапа пост-неклассической рациональности, изучающей сложные развивающиеся самоорганизующиеся системы, которые невозможно описать в единственной системе координат [2].

Вследствие развития средств связи и массовых коммуникаций многократно увеличивается поток информации, некритическое использование которой может приводить к возникновению проблемных ситуаций различной природы и степени тяжести, а также в ряде случаев замедлять научно-техническое развитие нашей страны [3]. Поэтому для поддержания научно-технического потенциала Российской Федерации и подготовки качественных инженерных кадров необходимо, чтобы в инженерном образовании был сделан новый акцент на творчестве и инновациях обучающихся.

При этом в системе профессионального образования, на наш взгляд, существуют следующие фундаментальные взаимосвязанные и взаимозависимые проблемы, осложняющие качественную инженерную подготовку: механизмы формирования установленных ФГОС компетенций (*требования государственного и социального заказа*) в рабочих программах дисциплин отсутствуют или предполагаются по умолчанию очевидными для преподавателя; значительное сокращение фактического учебного времени при переходе к двухуровневой системе подготовки специалистов с одновременным кратным увеличением информационных потоков разной степени качества приводит к формированию у обучающихся психологических барьеров и снижению способности адекватного восприятия учебной информации (*несовершенство организации учебного процесса*); учебная деятельность в технических университетах носит зачастую рецептивный характер, следствием чего является демотивация к учению, потеря личностного смысла в обучении, смещение образовательных приоритетов и ориентиров (*несовершенство качества учебного процесса*); образовательные системы по разным причинам концентрируются на изучении конечных продуктов научных открытий, при этом сам процесс научного поиска не затрагивается, а фиксируются лишь его результаты; привычка вчерашних школьников получать знания в готовом виде, отсутствие элементов развивающего обучения в образовательном бэкграунде приводят к

пассивности студентов, отсутствию у них эффективных учебных стратегий, когнитивной компетенции; низкий уровень навыков коммуникации и недостаточное развитие рефлексивно-регулятивной сферы будущих инженеров затрудняет для них получение, критический анализ, творческое применение и обмен технической информацией. Дополнительным фактором, потенциально снижающим качество профессиональной подготовки, является игнорирование психологических особенностей современного поколения обучающихся: положительного отношения к интерактивности, склонности получать информацию из множественных источников, развитых навыков взаимодействия с электронными информационными ресурсами, включая искусственный интеллект, клиповости восприятия и мышления, краткосрочности удержания внимания, положительного отношения к игровым элементам [4] (*поколенческие психологические особенности*). Отсутствие интереса и элементов удивления в обучении, отсутствие ситуации *вызов – ответ* также препятствуют переходу учебной деятельности в категорию лично значимой.

Развитие творческого и критического мышления будущих инженеров представляет собой комплексную научную проблему, которая на сегодня еще далека от решения, поскольку состоявшийся во всем мире переход к постиндустриальным технологиям значительно опередил трансформацию системы профессионального образования. Вероятно, универсального решения не существует, однако, на наш взгляд, очевидно, что акцент в инженерном образовании должен сместиться с простого представления знаний на их интеграцию в когнитивную систему личности и развитие критических навыков, необходимых для их надлежащего использования [5]. Активная роль студента в процессе обучения становится очень важной, и когнитивную вовлеченность в процесс творческого преобразования информации следует рассматривать как важнейший компонент учебного опыта. Одним из способов преодоления роли студента как пассивного получателя образовательного контента является вовлечение его в учебную деятельность на основе приемов и средств развития творческого и критического мышления. При этом устойчивый эффект может быть получен, если эти приемы и способы используются не в рамках одного специального курса, а на протяжении всего периода обучения в вузе, то есть обладают качествами преемственности и протяженности во времени.

В настоящей статье предпринимается попытка показать приемы формирования творческого и критического мышления студентов на основе использования контекстного анализа как психологического механизма освоения материала двух дисциплин – теоретической механики и теории механизмов и машин, которые являются фундаментальными для целого ряда направлений инженерной подготовки.

Творческое и критическое мышление как составляющие когнитивной компетенции. Творческое и критическое мышление находятся в диалектическом взаимодействии в самой инженерной практике: необходимость и возможность создания нового – и исследование существующего; выход за установленные рамки – и применение существующих апробированных правил; расширение круга явлений – и сосредоточение на чем-то конкретном. Внимание исследователей привлекают такие важные аспекты проблемы, как методы развития критического и творческого мышления студентов инженерных направлений, критерии сформированности их элементов, а также методы идентификации и анализа соответствующих изменений на основании применения эмпирических методов исследования.

В отношении степени развития критического и творческого мышления для студентов технических университетов предлагаются такие показатели, как системность, нестандартность, гибкость, самостоятельность, направленность на действие, рефлексивность интеллектуального аппарата [7; 8]. Эти показатели, на наш взгляд, имеют достаточно универсальный характер и могут применяться для большого круга специальностей и направлений подготовки. Соответствующая учебная деятельность, как правило, основана на интерактивности и включает такие виды, как ролевые игры, проекты, анализ ситуаций, лекции-дискуссии, упражнения на активизацию интеллектуальных мыслительных операций и другие. При этом основной упор делается на специально организованную деятельность, которая, как правило, **является эпизодической и не носит регулярный характер.**

По нашему мнению, в основе развитого критического и творческого мышления лежат *навыки анализа и творческого преобразования информации, вырабатываемые за счет постоянной практики.* Для обучающегося каждый новый фрагмент предъявляемой информации представляет проблему большей или меньшей сложности. В области инженерных наук эта проблемность усиливается сложным взаимодействием мира реальных вещей, их схематичным представлением, множественностью способов описания, динамическим характером протекающих процессов, многовариантностью решения. Именно поэтому разрабатываемые приемы подлежат использованию на каждом занятии по инженерной дисциплине, при этом постепенно снижается только их акцентирование по мере формирования навыков.

Применительно к инженерному образованию в целом и к обучению механике в частности, в духе венгерского математика Д. Пойа («Как решать задачу») и советского физика Г.С. Альтшуллера (Теория решения изобретательских задач), профессором Д.Ф. Полищуком еще в начале 90-х годов XX века были сформулированы некоторые приемы творчества в

механике [9]. Они позволили их автору решить сложнейшие нелинейные взаимосвязанные задачи статики, колебаний и удара винтового тонкого бруса. Однако эти приемы (*сделать наоборот, превратить вред в пользу* и другие) не были оформлены методически, и фактически были адресованы людям со сформированным стилем мышления, которые могут применять их с большой долей критики. Поэтому важные и интересные приемы остались во многом на уровне лозунгов, констатации намерений, студенты воспринимали их как курьез, шутку (это, в частности, относится к приему *решить задачу, не решая задачу*). Приемы вместе с настойчивыми методами их внедрения в ряде случаев вызывали психологическое отторжение.

Оправданно было бы искать элементы критического анализа и творчества в учебниках по инженерным дисциплинам, например по теории механизмов и машин (ТММ), которая по своей природе является синтетической интегративной дисциплиной. Однако классические учебники по ТММ [10; 11], а также учебные пособия, включающие элементы интерактивности в виде QR-кодов [12] следуют принятой схеме изложения: теория – примеры разобранных задач – упражнения (задачи). Стиль изложения – описательный (нарратив), последовательный, вопросы «что, если ... поменять местами, если ... условие не выполняется?» не задаются. Монотонное приращение знаний часто бывает формальным, а в случае теории механизмов и машин обучение осложняется большим количеством новой информации с многочисленными отсылками к схемам и чертежам, что требует постоянной концентрации внимания и мысли и приводит к быстрому утомлению. Очевидно, в современных условиях существует потребность в учебных пособиях и материалах, в которых делается акцент именно на работе с информацией в контексте выдвигаемых идей (которые определяют общую логику формулирования и решения задачи).

Для настоящего исследования важным является вопрос и об интеллектуальных мыслительных операциях и, шире, когнитивных психологических процессах, активизация которых необходима для развития критического и творческого мышления будущего инженера. В силу причин, отмеченных во введении, многие виды инженерной деятельности приобретают черты системности, связанной с проектированием, интеграцией и оптимизацией сложных инженерных систем или процессов. На основании многолетнего исследования инженерной деятельности, тесно связанной с выполнением мыслительных операций высокого порядка, М. Франк предложил модель компетентности системного инженера, включающую 16 когнитивных компетенций [13; 14]. Часть из них относится к глубокому пониманию информации об объекте (ситуативной и прогностической модальности) на основании различных приемов, а часть увязывается со способностями критического и творческого мышления. Впоследствии когнитивные

компетенции М. Франка были увязаны с когнитивными психологическими процессами, которые могут лежать в основе их формирования. В частности, М. Грин и П. Папаламброс сопоставили когнитивные компетенции с высшими интеллектуальными операциями и свойствами личности. Некоторые из этих корреляций приведены в *таблице 1* [15].

Таблица 1.

Когнитивные компетенции системных инженеров и когнитивные процессы, необходимые для их актуализации

Table 1.

Systems engineers' cognitive abilities and the mental processes necessary to achieve them

Когнитивные компетенции по М. Франку	Высшие интеллектуальные операции и свойства личности
Интегральное понимание всей системы.	Интеграция информации, формирование ментальной модели, обобщение.
Понимание взаимосвязей.	Индукция, классификация, установление подобия, интеграция элементов.
Творческое мышление.	Креативность.
Игнорирование несущественных деталей.	Абстракция, соподчинение.
Понимание последствий предлагаемых изменений.	Выдвижение гипотез.
Понимание аналогий между системами.	Аналогия.
Постановка <i>хороших</i> (правильных) вопросов.	Критическое мышление.

Концепты из правой колонки *таблицы 1* относятся к сфере когнитивной психологии, и могут быть описаны через систему показателей и операций. С. Дейли подчеркивает, что психологические аспекты креативности могут быть измерены такими показателями, как *генерация идей (дивергентное мышление), глубокое погружение в идею (конвергентное мышление), открытость новым подходам («незащищенность»)* и *интеллектуальная смелость, следование своему внутреннему голосу (рефлексивное или метакогнитивное мышление)* [16]. В свою очередь, эти показатели раскрываются через интеллектуальные операции. Например, *конвергентное мышление* проявляется через *операции анализа, синтеза, переформатирования/реорганизации/переопределения, оценивания, выявления взаимосвязей, преодоления неоднозначности или упорядочивания структур* [16].

Микроконтексты в преподавании общепрофессиональных дисциплин.

Как известно из психологии, интеллектуальные операции представляют собой интериоризированные действия. Таким образом, они лежат в основе и

одновременно являются целью психического процесса формирования стабильных структурно-функциональных единиц сознания. Особенностью инженерного образования является превалирование учебной деятельности проблемно-задачного типа, в силу специфики как самих объектов, так и методов их описания. При этом организация решения учебных задач, как правило, основывается на аналитическом или процедурном подходе. Этот подход в большей степени использует левополушарные режимы мышления, является соревновательным и связан с индивидуальными усилиями обучающихся [17]. Однако творческое решение проблем представляет собой структуру, которая поощряет итеративное мышление всего мозга в наиболее эффективной последовательности; оно кооперативно по своей природе и наиболее продуктивно, когда выполняется в составе команды. М. Ламсдейн и Э. Ламсдейн приходят к такому выводу, опираясь на лонгитюдное исследование способов мышления при творческом решении инженерных задач, выполненное Н. Херрманном в компании «Дженерал Электрик» [17]. Процесс обучения также может быть ориентирован как на аналитический способ мышления, так и на контекстный, при котором учебная задача представляется как часть задачи более высокого уровня, и наряду с левополушарными аналитическими механизмами задействуется интуиция, воображение и другие способности.

В *таблице 2* приводится сравнение некоторых характеристик учебного процесса при преподавании дисциплины *теплопередача*, если принят аналитический или контекстный подход [17]. Часть из того, что указано в правой колонке *таблицы 2*, использовалось в рамках отечественного курсового проектирования, например, в рамках дисциплины *теория механизмов и машин*, или дисциплины *детали машин*. В последние десятилетия в учебных планах появилась дисциплина *основы проектной деятельности*, ориентированная на профессиональную практику. Однако тенденция сокращения часов на общеинженерные дисциплины привела к практическому исчезновению из программ российских технических университетов курсового проекта и курсовой работы по *теории механизмов и машин*. Таким образом, активное использование контекстного подхода сужается до одной – двух дисциплин и происходит эпизодически.

Элементы контекстного подхода могут использоваться при преподавании целого ряда дисциплин, при этом обеспечивается непрерывность и поэтапность формирования составляющих когнитивной компетенции, критического и творческого мышления студентов. В.Г. Калашников рассматривает *контекст* как условие обозначения и осмысления любого объекта, и представляет собой не столько структуру (семантическое поле), сколько процесс (формирование ситуативного семантического поля) [18].

В этом определении присутствует деятельность и ее результат – формирование семантического поля, семантизация понятий.

Таблица 2.

Два подхода к обучению теплопередаче

Table 2.

Two approaches for teaching heat transfer

Аналитический подход	Контекстный подход
Студенты должны знать теоретические основы	Студенты должны знать теоретические основы
Учебные специально составленные задачи	Задачи, ориентированные на практику
Задачи полностью определены (имеют единственное решение)	Задачи «с открытым концом» (множественность решения)
Большая часть учебной деятельности связана с расчетами по известным уравнениям	Большая часть учебной деятельности связана с обдумыванием процесса решения и ответами на вопросы «что, если ...»
Ответ по принципу: правильно – неправильно	Решение задачи в конкретном контексте
Решение задачи в парадигме одного предмета	Допускается междисциплинарность
Студенты опасаются неудачи, неудача не поощряется и не рефлексировается	Студенты исследуют причины неудач для исправления или совершенствования процесса решения
Решение задач происходит в индивидуальном формате, навыки общения и презентации не развиваются	Студентам необходимо сделать устную презентацию и письменный отчет по проекту

С позиций методики проектирования учебного процесса, можно выделить несколько планов понятия *контекст*. С одной стороны, любая учебная информация существует и предъявляется обучающимся в виде текстов и фрагментов текстов различной природы (устных текстов, письменных печатных текстов, интерактивных письменных текстов с использованием штрих-кодов, разнообразных гипертекстов, включая инфографику и др.). Следовательно, к фрагменту, «кванту», информации применим подход, использующийся в науках о языке – когда значения слов или выражений наиболее точно определяются в пределах относительно законченного речевого высказывания, то есть в его контексте. В плане же деятельности, восприятия действительности понятие контекст связывается со знаниями и личным опытом человека, определенной ситуацией. Контекст описывает психический процесс семантизации всех аспектов содержания психики за счет соотнесения некоторого объекта с соответствующим окружением [17].

А.А. Вербицкий, автор теории контекстного образования, рассматривает интеграцию внешнего контекста (ситуативность), внутреннего

контекста (мотивы, опыт, знания) и деятельностного усвоения социального опыта [19]. В рамках теории находят применение семиотическая (реализуемая в текстовой деятельности), имитационная (моделирование профессионального контекста) и социальная (проблемная ситуация) обучающие модели [20]. При этом в качестве ведущей формы контекстного образования определяется деловая игра, а также метод проектов [20], то есть перечисленные модели используются в рамках специально спроектированной организованной деятельности, как было отмечено выше.

Рассматривая проблему понимания компонентов речевого высказывания, А.Р. Лурия писал, что основным процессом, характеризующим акт понимания, являются попытки, направленные на расшифровку значения всего сообщения, контекста воспринимаемого высказывания (*иногда речевого, иногда внеречевого, ситуационного*) [21]. В лингвистике, переводоведении, а также в преподавании иностранных языков используется понятие *микрконтекст* как ближайшее окружение языковой единицы [22]. Элемент текста, вместе с непосредственно примыкающими к нему фрагментами, рассматриваемыми как микрконтекст, образует коммуникативную единицу [23].

Рассматривая учебный процесс как обмен, восприятие, понимание, усвоение и использование информации, существующей в виде сообщений, высказываний, мы считаем, что категория *микрконтекст*, введенная в науках о языке, может рассматриваться с общенаучных позиций, и использоваться в качестве методического инструмента в сфере образования. *Микрконтекст* фиксирует отношения объекта с ближайшим окружением, образующим вместе с ним одну семантическую систему, но отличающимся от объекта в образном, предметном, процессуальном отношениях. Для обучающихся узость контекста в данном случае позволяет использовать информацию, «находящуюся под рукой», в ближайшей зоне, и встраивать ее в имеющуюся систему знаний. А для преподавателя это же сужение контекста предоставляет возможности стимулирования проявления когнитивных способностей в рамках любой учебной дисциплины, вне обучения проектной деятельности, проблемного обучения и других специально организованных курсов.

Для инженерных дисциплин механического направления, изучающихся на младших курсах бакалавриата, мы можем рекомендовать приведенные ниже методические приемы раскрытия микрконтекстов фрагментов учебной информации.

1. *Преобразование вербальной текстовой информации и неязыковой символно-знаковой информации в прямом и обратном направлениях.* В данном случае микрконтекст обеспечивает семантизацию понятий, основных математических структур, а также выполняет ориентирующую функцию.

Примеры:

✓ «Модуль силы сопротивления движению пропорционален квадрату скорости и при скорости в 1 метр в секунду равен трем ньютонам». Составьте соответствующую формулу. Часто первым предложением студентов является запись со значком пропорциональности, и только небольшое рассуждение подводит их к формуле: $F = 3V^2$.

✓ Часто успешному решению задач и выполнению заданий препятствует неумение понять рисунок, выяснить, сколько и какие тела на нем изображены, каким образом они взаимодействуют между собой, где проходит граница системы и т.д. Особенно для студентов младших курсов необходим опыт вербального описания рисунков (а также диаграмм, графиков): на рисунке изображена материальная система, состоящая из ... тел, связанных между собой ... На систему действуют ... силы и моменты. Тела, показанные ... линиями, имеют массу, а для тел, изображенных в виде ..., массой можно пренебречь.

2. *Преодоление мыслительных шаблонов (паттернов) и противодействие ложным логическим выводам.* Микроконтекст позволяет сузить поиск в семантическом поле, сосредоточиться на поиске ближайшего соположенного понятия, объекта или раскрыть свойства объекта через его наиболее важные признаки.

Пример:

✓ При обозначении переменного положения материальной точки относительно оси координат (например, оси x) студенты младших курсов просто перебирают все известные им варианты обозначений, связанных с длиной: h , d , s и т.д. Необходимо обращать внимание и проговаривать, что положение точки вдоль оси x может быть задано через переменную x . Правильное обозначение предоставляет инструмент для дальнейшего анализа.

3. *Ситуативный анализ (анализ исходных данных, предложенной ситуации).* Известно, что большое количество ошибок при выполнении заданий бывает связано с неправильным или неточным пониманием исходных данных и поставленного вопроса. При этом части информации, образующие микроконтекст задачи или задания, бывают представлены в явном виде, надо только их увидеть, опознать: один опыт проводится или несколько, сколько объектов (тел, сил, опор и т.п.) необходимо учесть в расчетной схеме, вертикальная плоскость или горизонтальная (следовательно, надо учитывать силу тяжести или нет), и т.д. Необходимы целенаправленные усилия по формированию умений ситуативного анализа.

Пример:

✓ В ряде задач необходимо описать поведение системы (тела) в какой-либо ситуации (опыте) на основании информации о предыдущем опыте. Часто наличие двух различных опытов не прописывается в явном виде, поэтому решающий должен сам проанализировать условие задачи, описать два опыта, установить, какие параметры остаются постоянными, какие изменяются.

Решение задачи начинается на этапе обсуждения условий, установления самого факта нескольких ситуаций, и выяснения, какую информацию можно извлечь из каждого из них.

4. *Выделение наиболее существенного, главного в представленной информации: определение класса задачи – классификация; отбрасывание незначимых деталей – схематизация.* Некоторые процессы, имеющие разную природу или происходящие в различных системах, развиваются по одинаковым законам и имеют сходное математическое описание. В данном случае микроконтекст позволяет установить круг явлений, ближайших к данному, относящемуся к нему по определенному, наиболее существенному признаку.

Пример:

✓ Почему момент инерции тонкого однородного стержня относительно его продольной оси равен нулю? Все дело в слове *тонкий* – микроконтекст в данном случае свидетельствует о физической модели (абстракции), это тело с нулевой толщиной (не просто тонкое, а супертонкое), все точки расположены прямо на его продольной оси. Подобные рассуждения развивают очень полезный навык схематизации, позволяющий строить решаемые модели объектов.

5. *Критический анализ: исследование валидности ответа в микроконтексте поставленной задачи; задачи с более чем одним адекватным решением; определение чувствительности процесса решения к изменению исходных данных и т.п.* Очень многие стандартные учебные задачи из курса *теоретической механики* легко трансформируются в проблемные задания при изменении набора исходных данных, или изменении схемы и принятых допущений, или постановке проблемных вопросов – то есть за счет привлечения микроконтекста той части информации, которая подлежит усвоению при решении задачи. В учебном курсе *теории механизмов и машин* таких возможностей содержится еще больше.

Пример:

✓ Осевые моменты инерции простых тел зависят от распределения масс относительно осей, т.н. геометрии масс. Простые примеры позволяют продемонстрировать, что структура формулы для момента инерции (например диска относительно оси, проходящей вдоль диаметра) остается неизменной при некоторых трансформациях (однократного и двукратного перегибания по диаметру), а затем меняется. Демонстрацией таких примеров можно добиться более глубокого понимания понятия момент инерции, а также стимулировать известную долю критического восприятия информации.

6. *Выбор альтернативного доступного решения вместо «решения в лоб».* Ж. Пиаже, рассуждая о работе мышления при решении подлинной проблемы, обнаруживающей наличие пробелов в составе ранее приобретенных комплексов, говорит о необходимости актуализации не знаний, а методов

решения (применение известных методов к новому случаю или даже построение новых методов) [24]. В определенном смысле здесь можно говорить об аналогиях, но, как известно, аналогии часто подводят, если не установлена доказательная база. Понятие микроконтекста, на наш взгляд, более уместно, поскольку оно связывает новый (другой) метод и старую задачу одной физической реальностью и не выходит за рамки принятой парадигмы решения такого класса задач.

Пример:

✓ Целый ряд задач элементарной теории колебаний могут быть решены в терминах «свободного осциллятора», грузика на пружинке, *который в реальных задачах отсутствует*, но удобен для решения. При этом потребуется дополнительная информация (например, информация о том, что статический прогиб упругой балки, может быть найден в справочнике по *сопротивлению материалов*). Для подобных задач этот прием смыкается с приемом выделения наиболее существенной информации, схематизацией, моделированием.

7. *Преодоление ситуации психологических качелей: ответы на непоставленные вопросы - и боязнь сделать ошибку.* Бывает так, что у учащихся ощущение ложной легкости сменяется ступором. В первом случае все треугольники являются прямоугольными, углы – 90, в крайнем случае 30, 45 или 60 градусов, скорость направлена по касательной (к чему?), плоскость – вертикальна, сила тяжести – приложена в середине (чего?).

Методичные настойчивые уточнения, раскрытие микроконтекстов явлений, понятий, обозначений будет способствовать выработке навыков анализа информации, навыков размышления (этот треугольник такой потому, что ...; углы в нем не заданы, но могут быть найдены по методу ...).

Обратный случай связан с ложным представлением о том, что научное знание приращивается монотонно, от одного открытия к другому, история науки и техники пишется набело, без черновиков. Поэтому если человек чего-то не помнит или не может сообразить, то и пытаться не стоит. Преподавателю следует показывать разные способы рассуждения, в том числе и ошибочные. А для студентов полезной является рекомендация: начинайте решение с чего угодно, с того, что Вы помните, спрашивайте себя, других, обращайтесь к учебнику или справочнику, используйте все доступные микроконтексты.

Заключение. Инженерная деятельность направлена на создание новых объектов техносферы или усовершенствование существующих объектов. В силу такой инновационной направленности она имеет выраженный творческий характер. При этом, техническое творчество как процесс решения практической или теоретической задачи, может проходить следующие этапы: выявление проблемы; формулирование нескольких возможных подходов к решению, генерирование идей; их критическая оценка и отбор наиболее

подходящей идеи; реализация принятого решения. Как правило, это итерационный процесс, сопровождающийся неоднократным повторением этапов. Таким образом, творчество и критический анализ оказываются тесно связаны, как было отмечено во втором разделе статьи, они находятся в диалектическом взаимодействии. Именно поэтому, на наш взгляд, наиболее естественным способом творческое и критическое мышление студентов развиваются совместно, а не в порядке преемственности: сначала критическое мышление, потом творчество. Здесь следует отметить, что критическое мышление в контексте настоящей статьи в большей степени относится к оценке информации, решений. Для того чтобы оценка имела под собой основание, необходима база, формирующееся мировоззрение, широкий взгляд на профессию. Характерно, что показатели сформированности критического и творческого мышления, отмеченные в тексте статьи, во многом близки, поскольку в основе их находятся родственные когнитивные компетенции и интеллектуальные мыслительные процессы. Развитие когнитивных компетенций и на их основе творческого и критического мышления является важной задачей инженерного образования. Решение этой задачи связано с активизацией роли учащихся в процессе обучения, созданием условий для их когнитивной вовлеченности в процесс творческого преобразования информации, приданием личностного смысла получаемому учебному опыту. Существующие подходы часто предполагают введение специальных дисциплин или активностей для развития умений критического и творческого мышления. Однако исследования показывают, что эти базовые интеллектуальные ресурсы личности могут задействоваться постоянно, при обучении любой дисциплине, необходимо лишь создавать условия для постоянного сильного интеллектуально-психического напряжения. Методические приемы с использованием микроконтекстов позволяют формировать осознанное критическое отношение к новой информации, способствует развитию когнитивных умений и навыков. Микроконтекст как способ контрастного описания объектов, понятий, действий при выяснении их отношений с ближайшим окружением, может использоваться при обучении любой инженерной дисциплине.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Kastenberg W.E., Hauser-Kastenberg G., Norris D. (2006)** An Approach to Undergraduate Engineering Education for the 21st Century. Proceedings of 36th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. 2006. San Diego, CA: Institute of Electrical and Electronics Engineers. Pp. 1497–1502
2. **Калашников В.Г.** Метод контекстного анализа в методологии контекстного подхода // Педагогика и психология образования. 2018. № 2. С. 48-61. –ISSN: 2500-297X – EDN UVOEPX.

3. **Крылов Э.Г.** Системность инженерной и гуманитарной подготовки специалистов как важное условие устойчивого развития техносферы // *Индустрия перевода*. 2018. Т. 1. С. 239-246. – EDN YXCWBV.
4. **Борщенко Г.М., Рубцова А.В.** Концептуальные основы применения микрообучения в иноязычном образовании // *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. 2024. № 10. С. 156–169. С. 156-169. – DOI: 10.24412/2304-120X-2024-11161. – EDN LLYFTZ.
5. **Krylov E.G., Devyaterikov S.A. (2023)** Developing students' cognitive skills in MMS classes. *STEM Education*. Vol. 3. No 1. Pp. 28-42. –eISSN: 2767-1925– DOI:10.3934/steme.2023003. – EDN UUYIRQ.
6. **Krylov E., Vasileva P.** Convergence of Foreign Language and Engineering Education: Opportunities for Development. *Technology and Language*. 2022. Vol. 3. No 3(8). Pp. 106-117. – DOI: 10.48417/technolang.2022.03.08. – EDN ZTDEXK.
7. **Ефорова А.Р.** Инновационная образовательная среда вуза, как педагогическое условие развития критического мышления студентов // *Известия Волгоградского государственного педагогического университета*. 2019. № 2(135). С. 12-18. –ISSN: 1815-9044– EDN ZFEAXJ.
8. **Озерова Т.С.** Формирование критического мышления у студентов горных вузов в процессе работы над решением прикладных задач по математике // *Современные наукоемкие технологии*. 2022. № 8. С. 162-166. – DOI: 10.17513/snt.39285. – EDN EZMWUE.
9. **Полищук Д.Ф.** Техническое творчество в механике. Системно-операторная механика. – Ижевск : Удмуртский государственный университет, 1993. – 230 с. – ISBN 5-7029-0054-5. – EDN TIMRUN.
10. **Артоболевский И.И.** Теория механизмов и машин : учебник.– М. : Альянс, 2011. – 639 с. – ISBN 978-5-91872-001-1. – EDN QNDDNL.
11. **Тимофеев Г.А., Мусатов А.К., Попов С.А., Фролов К.В.** Теория механизмов и механика машин: учебное пособие. – изд.9-е, испр. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. – 568 с. – ISBN 978-5-7038-5772-4. – EDN PYKAZF.
12. **Бровкина Ю.И., Резников С.С., Соколов А.Н., Некрасов А.Я.** Теория механизмов и машин: в примерах и задачах. В 3-х ч. Часть 1: Структура и кинематика механизмов : учебное пособие. – М. : изд-во «КУРС», 2020. – 248 с. – ISBN:978-5-907228-31-3. – EDN WWUANE.
13. **Frank Moti (2000).** Engineering systems thinking and systems thinking. *Systems Engineering*. Vol. 3. No 3. 2000. Pp.113-168. – eISSN1520-6858.
14. **Frank M., Kasser J. (2012).** Assessing the Capacity for Engineering Systems Thinking (CEST) and Other Competencies of Systems Engineers. In book: B. Cogan (Ed). *Systems Engineering – Practice and Theory*. –DOI: 10.13140/2.1.3167.5843.
15. **Greene M.T, Papalambros P.Y. (2016).** A Cognitive Framework for Engineering Systems Thinking : Proceedings of the 2016 Conference on Systems Engineering Research, Huntsville, AL, Mar 22-Mar 24, 2016. Pp. 1-7.
16. **Daly S.R., Mosyjowski E.A., Seifert C.M. (2014).** Teaching Creativity in Engineering Courses. *Journal of Engineering Education*. Vol. 103, No 3 Pp.417 – 449. –ISSN: 1069-4730eISSN: 1069-4730– DOI: 10.1002/jee.20048
17. **Lumsdaine M., Lumsdaine E.** Thinking Preferences of Engineering Students: Implications for Curriculum Restructuring. *Journal of Engineering Education*. 1995. Vol.84. No 2. Pp. 193-204. –ISSN: 1069-4730eISSN: 1069-4730– DOI: 10.1002/j.2168-9830.1995.tb00166.x.

18. **Калашников В.Г.** Понятие "контекст" и контекстный подход в образовании // Вестник Московского университета. Серия 20: Педагогическое образование. 2019. № 4. С. 40-55. – DOI: 10.51314/2073-2635-2019-4-40-55. – EDN YVCEPL.

19. **Вербицкий А.А.** Теория контекстного обучения: сущность и практическое значение // Школьные технологии. 2006. № 4. С. 41-45. –ISSN: 2220-2641– EDN HYNWNP.

20. **Коряковцева Н.Ф.** Теория контекстного образования в обучении иностранному языку (памяти А.А. Вербицкого) // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Образование и педагогические науки. 2022. № 2(843). С. 84-89. – DOI: 10.52070/2500-3488_2022_2_843_84. – EDN DVTWIV.

21. **Лурия А.Р.** Язык и сознание/ под ред. Е.Д. Хомской. –М.: Изд-во Московского университета, 1979, 325 с.

22. **Серова Т.С., Чайникова Г.Р.** Микро- и макроконтекст в учебном терминологическом лексиконе // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Проблемы языкознания и педагогики. 2018. № 1. С. 144-156. – DOI: 10.15593/2224-9389/2018.1.12. – EDN YVXJZF.

23. **Гудкова В.Б.** Типология контекстов, сопровождающих дословно передаваемую речь/ Языковая личность – текст – дискурс: теоретические и прикладные аспекты исследования: материалы междунар. науч. конф., Самара, 03–05 окт. 2006 г., в 2 ч. – Ч.1. – Самара: Самарский государственный университет, 2006. С. 97-101. – EDN XSMEJX.

24. **Пиже Ж.** Психология интеллекта. СПб.: Питер, 2004, 192 с. ISBN: 5-94723-096-8.

REFERENCES

1. **Kastenberg W.E., Hauser-Kastenberg G., Norris D. (2006)** An Approach to Undergraduate Engineering Education for the 21st Century. Proceedings of 36th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. 2006. San Diego, CA: Institute of Electrical and Electronics Engineers. Pp. 1497–1502

2. **Kalashnikov V.G.** Metod kontekstnogo analiza v metodologii kontekstnogo podkhoda // Pedagogika i psikhologiya obrazovaniya. 2018. № 2. S. 48-61. –ISSN: 2500-297X – EDN UVOEPX.

3. **Krylov E.G.** Sistemnost inzhenernoy i gumanitarnoy podgotovki spetsialistov kak vazhnoye usloviye ustoychivogo razvitiya tekhnosfery // Industriya perevoda. 2018. T. 1. S. 239-246. – EDN YXCWBV.

4. **Borshchenko G.M., Rubtsova A.V.** Kontseptualnyye osnovy primeneniya mikroobucheniya v inoyazychnom obrazovanii // Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal «Kontsept». 2024. № 10. S. 156–169. S. 156-169. – DOI: 10.24412/2304-120X-2024-11161. – EDN LLYFTZ.

5. **Krylov E.G., Devyaterikov S.A. (2023)** Developing students' cognitive skills in MMS classes. STEM Education. Vol. 3. No 1. Pp. 28-42. –eISSN: 2767-1925– DOI:10.3934/steme.2023003. – EDN UUYIRQ.

6. **Krylov E., Vasileva P.** Convergence of Foreign Language and Engineering Education: Opportunities for Development. *Technology and Language*. 2022. Vol. 3. No 3(8). Pp. 106-117. – DOI: 10.48417/technolang.2022.03.08. – EDN ZTDEXK.

7. **Yeferova A.R.** Innovatsionnaya obrazovatel'naya sreda vuza, kak pedagogicheskoye usloviye razvitiya kriticheskogo myshleniya studentov // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. 2019. № 2(135). S. 12-18. –ISSN: 1815-9044– EDN ZFEAXJ.

8. **Ozerova T.S.** Formirovaniye kriticheskogo myshleniya u studentov gornykh vuzov v protsesse raboty nad resheniyem prikladnykh zadach po matematike // Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii. 2022. № 8. S. 162-166. – DOI: 10.17513/snt.39285. – EDN EZMWUE.

9. **Polishchuk D.F.** Tekhnicheskoye tvorchestvo v mekhanike. Sistemno-operatornaya mekhanika. – Izhevsk : Udmurtskiy gosudarstvennyy universitet, 1993. – 230 s. – ISBN 5-7029-0054-5. – EDN TIMRUN.

10. **Artobolevskiy I.I.** Teoriya mekhanizmov i mashin : uchebnik.– M. : AlyanS, 2011. – 639 s. – ISBN 978-5-91872-001-1. – EDN QNDDNL.

11. **Timofeyev G.A., Musatov A.K., Popov S.A., Frolov K.V.** Teoriya mekhanizmov i mekhanika mashin: uchebnoye posobiye. – izd.9-ye, ispr. – M. : Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, 2022. – 568 s. – ISBN 978-5-7038-5772-4. – EDN PYKAZF.

12. **Brovkina Yu.I., Reznikov S.S., Sobolev A.N., Nekrasov A.Ya.** Teoriya mekhanizmov i mashin: v primerakh i zadachakh. V 3-kh ch. Chast 1: Struktura i kinematika mekhanizmov : uchebnoye posobiye. – M. : izd-vo «KURS», 2020. – 248 s. – ISBN:978-5-907228-31-3. – EDN WWUANE.

13. **Frank Moti (2000).** Engineering systems thinking and systems thinking. *Systems Engineering*. Vol. 3. No 3. 2000. Pp.113-168. – eISSN1520-6858.

14. **Frank M., Kasser J. (2012).** Assessing the Capacity for Engineering Systems Thinking (CEST) and Other Competencies of Systems Engineers. In book: B. Cogan (Ed). *Systems Engineering – Practice and Theory*. –DOI: 10.13140/2.1.3167.5843.

15. **Greene M.T, Papalambros P.Y. (2016).** A Cognitive Framework for Engineering Systems Thinking : Proceedings of the 2016 Conference on Systems Engineering Research, Huntsville, AL, Mar 22-Mar 24, 2016. Pp. 1-7.

16. **Daly S.R., Mosyjowski E.A., Seifert C.M. (2014).** Teaching Creativity in Engineering Courses. *Journal of Engineering Education*. Vol. 103, No 3 Pp.417 – 449. –ISSN: 1069-4730eISSN: 1069-4730– DOI: 10.1002/jee.20048

17. **Lumsdaine M., Lumsdaine E.** Thinking Preferences of Engineering Students: Implications for Curriculum Restructuring. *Journal of Engineering Education*. 1995. Vol.84. No 2. Pp. 193-204. –ISSN: 1069-4730eISSN: 1069-4730– DOI: 10.1002/j.2168-9830.1995.tb00166.x.

18. **Kalashnikov V.G.** Ponyatiye "kontekst" i kontekstnyy podkhod v obrazovanii // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 20: Pedagogicheskoye obrazovaniye. 2019. № 4. S. 40-55. – DOI: 10.51314/2073-2635-2019-4-40-55. – EDN YBCEPL.

19. **Verbitskiy A.A.** Teoriya kontekstnogo obucheniya: sushchnost i prakticheskoye znacheniyе // Shkolnyye tekhnologii. 2006. № 4. S. 41-45. –ISSN: 2220-2641– EDN HYYNWP.

20. **Koryakovtseva N.F. (2022).** Context-based education theory in foreign language teaching (in memory of A.A. Verbitsky). *Vestnik of Moscow State Linguistic University. Education and Teaching*. No 2(843). Pp.84–89. – DOI: 10.52070/2500-3488_2022_2_843_84. – EDN DVTWIV.

21. **Luriya A.R.** Yazyk i soznaniye/ pod red. Ye.D. Khomskoy. –M.: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1979, 325 s.

22. **Serova T.S., Chaynikova G.R.** Mikro- i makrokontekst v uchebnom terminologicheskome leksikone // Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Problemy yazykoznaniya i pedagogiki. 2018. № 1. S. 144-156. – DOI: 10.15593/2224-9389/2018.1.12. – EDN YVXJZF.

23. **Gudkova V.B.** Tipologiya kontekstov, soprovozhdayushchikh doslovno peredavayemuyu rech/ Yazykovaya lichnost – tekst – diskurs: teoreticheskiye i prikladnyye aspekty issledovaniya: materialy mezhdunar. nauch. konf., Samara, 03–05 okt. 2006 g., v 2 ch. – Ch.1. –Samara: Samarskiy gosudarstvennyy universitet, 2006. S. 97-101. – EDN XSMEXJ.

24. **Piazhe Zh.** Psikhologiya intellekta. SPb.: Piter, 2004, 192 s. ISBN: 5-94723-096-8.

Статья поступила в редакцию 20.03.2025. Одобрена 16.05.2025. Принята 26.06.2025.

Received 20.03.2025. Approved 16.05.2025. Accepted 26.06.2025.