

## ЭПИСТЕМА КАК МЫСЛЕДЕЯТЕЛЬНОСТНАЯ ЕДИНИЦА СИНТЕЗА ЗНАНИЙ И ОЦЕНКИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Чарикова И.Н.<sup>1</sup>, Жаданов В.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Оренбургский государственный университет, Оренбург, e-mail: irnic@bk.ru*

Современное технологическое производство активно формирует систему новых квалификационных требований к облику будущих специалистов, в совершенстве знающих, а главное – умеющих продуктивно использовать цифровые технологии управления инженерным проектом и инструменты автоматизации рабочих процессов исследования, разработки, внедрения и сопровождения проекта. Развитие и формирование новых технологических компетенций в профессиональном образовании требуют разработки и обоснования индикаторов оценки этих компетенций для анализа и гибкого реагирования на динамичные изменения в сфере производства. Поиск и разработка методологии формирования знаний и процессов оценки знаний в педагогической науке являются кардинальным направлением. Но в настоящий период нами усматривается стремление педагогов абстрагироваться от познающего субъекта и представить его в виде устройства с набором запрограммированных знаний. Оценка уровня обучения часто сводится к проведению группового тестирования знаний учебного материала. Вместе с тем акт познания в проектной деятельности предопределяет развитие такого образа мыслительности будущего инженера, в процессе которого рождается новое проектное знание, связанное личностными когнитивными способностями и творческим потенциалом проектности субъекта. В этом случае провести в тестовом режиме контроль процесса познания и оценку продуктивности инновационного содержания деятельности становится проблемой. Цель данной статьи заключается в обосновании педагогического содержания эпистемы как функциональной, мыслительностной единицы в приложении к оценке синтеза знаний по проблеме и оценке проектных решений в профессиональном обучении будущих инженеров по строительным направлениям подготовки. В исследовании предложен и апробирован метод оценки синтеза знаний с использованием функционального структурирования процесса проектирования и дифференцирования эпистем по уровню сложности и оригинальности выполнения проектной задачи.

Ключевые слова: знание, компетенция, профессиональное образование, проектная деятельность, качество, контроль, оценка.

## EPISTEM AS AN COGNITIVE UNIT OF KNOWLEDGE SYNTHESIS AND EVALUATION OF DESIGN SOLUTIONS IN ENGINEERING EDUCATION

Charikova I.N.<sup>1</sup>, Zhadanov V.I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Orenburg State University, Orenburg, e-mail: irnic@bk.ru*

Modern technological production actively forms a system of new qualification requirements for the appearance of future specialists who know perfectly, and most importantly, who know how to productively use digital technologies for managing an engineering project and tools for automating research, development, implementation and project support workflows. Development and formation of new technological competencies in professional education requires development and justification of indicators for assessing these competencies for analysis and flexible response to dynamic changes in the field of production. Search and development of knowledge formation methodology and knowledge assessment processes in pedagogical science is a cardinal direction. But nowadays we see the desire of teachers to abstract from a knowing subject and present it in the form of a device with a set of programmed knowledge. Act of cognition and its assessment often boils down to conducting group testing of the knowledge of the educational material. At the same time, the act of knowledge in design activities predetermines the development of such an image of the future engineer's activity, during which new design knowledge is born, associated with personal cognitive abilities and the creative potential of the subject's design. In this case, the control of the process of cognition and the assessment of productivity, innovative content of activity is reduced to the subject assessment of the teacher. The purpose of this article is to substantiate the pedagogical content of the epistem as a functional, cognitive unit in the appendix to the assessment of the synthesis of knowledge on the problem and the assessment of design solutions in the professional training of future engineers in construction areas of training. The study proposed and tested a method for assessing the synthesis of knowledge using functional structuring of the design process and differentiating epistems by the level of complexity and originality of the project task.

Keywords: knowledge, competence, professional education, project activity, quality, control, evaluation.

Системообразующий характер знания в своей целостности охватывает педагогическую проблематику разработки содержания дисциплины, организации процесса обучения и оценки когнитивных способностей субъекта обучения. Знание в инженерной деятельности представляет собой результат целесообразных поступков и проектных действий человека в преобразовании мира, которые он выработал за всю историю развития общества благодаря своему таланту и стремлению к познанию мира относят к категории «проектное знание» [1]. В своем максимальном развитии проектное знание характеризует субъекта инженерно-технической деятельности как носителя интеллекта, творческой одаренности, таланта предвидеть перспективу технических преобразований. Можно рассматривать когнитивные способности будущих инженеров к проектной деятельности как априорные, присущие всем без исключения, но тогда возникает вопрос: «Почему в среднем на один успешный студенческий стартап приходится десяток провальных?»

Ответ на этот вопрос дадут выявление и идентификация индивидуальных различий в когнитивных способностях будущих инженеров, обоснование педагогических условий развития этих способностей, использование механизма трансформации информации в проектное «живое» знание в процессе работы над реальными проектами.

Актуальная задача педагогического сообщества в связи с этим заключается в том, чтобы не просто передать обучающимся необходимый минимум готовых (формальных) знаний, но и развить способность трансформировать исходную (формализованную) когнитивную структурность в новую, личностно значимую, «живую» типологию знания. Развитие когнитивных процессов иногда ложно отождествляют с информационными процессами. В исследовании мы придерживаемся точки зрения, что знание – это не трансляция информации, это, прежде всего, результат актуализации процессов мышления, мыследействия, мыслекоммуникации. Знание в форме освоения человеком основных положений и законов науки, принципов и основ развития общества помогает ему познать объективную действительность. Результатом познания объективной действительности и является знание как коллективный опыт человечества.

Цель данного исследования заключается в обосновании педагогического содержания эпистемологии как функциональной, мыследеятельностной единицы синтеза знаний в приложении к оценке проектных решений в профессиональном обучении будущих инженеров по строительным направлениям подготовки.

### **Материалы и методы исследования**

В аспекте рассматриваемой проблемы интерес вызывают работы, посвященные исследованию содержания и процесса организации образования: «Деятельностная эпистемология и проблема трансляции теоретического знания в образовательной практике»

(Н.В. Громыко, 2011); «Фундаментальные эпистемодидактические исследования содержания образования и организации процесса обучения» (О.А. Никитина, 2018) [2, 3]. Актуальным для исследования является мнение Н.В. Громыко, согласно которому «онтологическим статусом по отношению к знанию как организованности будет иметь та схема, в которой обе представленные проекции знания (теоретического и практического) – будут объединены» [2].

Согласно определению А.Л. Никифорова, знание представляет собой «форму социальной индивидуальной памяти, свернутую схему деятельности и общения, результат обозначения, структурирования и осмысления объекта в процессе познания», где «схемы» понимаются в роли средства «собственной интеллектуальной работы» [4, с. 62]. В данном определении ключевыми, взаимообуславливаемыми и неразрывно связанными являются дефиниции: знание, деятельность, результат. Н.В. Громыко рассматривает знание как организованное мышление, которое живет в непрерывных развивающихся процессах его *появления, использования и трансляции* [2].

Появление проектного знания происходит, как правило, либо на основе метода проб и ошибок, либо на основе научных методов и методик. Инновационный характер современного инженерно-технического образования во многом определяется качеством обретаемых в практико-ориентированном процессе обучения проектных знаний. При работе над конкретным проектом у будущих инженеров формируется определенный когнитивный, жизненно-смысловой, аксиологический и эстетический компонент проектного знания [5]. Созидание знаний (знание-порождение) из нескольких источников информации, которые рассматривают проектную проблему с разных точек зрения, предполагает формирование значимых когнитивных конструктов как основы будущей инновационной, творческой, проектной инженерной деятельности.

Существуют две генетически связанные формы проектного знания: дескриптивная и прескриптивная (предписательная). Дескриптивное проектное знание по своему идеализированному содержанию является теоретическим знанием различных обобщенных метасвязей и выполняет инструментальную роль в проектной деятельности. Такая форма проектного знания позволяет описывать понятия предметной области в недвусмысленном, формализованном виде. Оно сочетает в себе, с одной стороны, выразительные возможности, а с другой – различные свойства объекта (физические, бионические, математические, логические, вычислительные). Дескриптивное проектное знание отвечает на вопрос, что представляет собой предмет проектирования. Это знание можно проверить путем автоматизированного тестирующего комплекса, так как оно не требует развития такого образа мыследеятельности будущего инженера, в процессе которого рождается новое знание [6].

Прескриптивное проектное знание требует выполнения алгоритма действий, поскольку любой инженерный проект представляет собой предписывающую модель. В проекте должно быть отражено будущее желаемое состояние объекта, процесса, явления, системы, которое возникает при определенной последовательности действий, проектных ограничений, наличии ресурсов. Прескриптивное проектное знание – это знание, предвосхищающее деятельность, его также называют знанием «как», «это образ должного вида или системы деятельности» [6, с. 331].

В этом процессе проявляется когнитивная самостоятельность субъекта, которая проявляется в овладении новыми мыследеятельностными единицами, классификацией и систематизацией накопленной информации, построением ассоциаций, интерпретацией полученных результатов деятельности. Об этом пишет доктор педагогических наук М.Н. Ахметова [7, с. 103]. Именно «живое» знание», построенное самими субъектами обучения, способно устранить привычку у них к использованию «знаний-шаблонов», «знаний понаслышке» [8].

В связи с тем, что ситуации, связанные с обретением, конструированием, созданием нового, «живого» знания, заключаются не только в «придании нового смысла уже старым, омертвелым пластам памяти», но и, в то же время, «в соотношении этого нового смысла с непосредственно данной человеческому сознанию действительностью» [9, с. 56], прескриптивное проектное знание связывается с понятием «проектное мышление», содержание которого характеризуется как особая форма психической деятельности человека, объединяющая в себе различные виды мыслительных операций, направленных на формирование проектного замысла, выработку оптимальных решений проектных творческих задач, выбор материалов и средств воображения, визуализацию, планирование творческого процесса профессиональной деятельности с учетом специфики проектной ситуации [10].

Одним из приемов получения знаний, добытых самостоятельно, согласно А.В. Хуторскому, является восходящее к идее метапредметности, когда «знания не передаются учителем, а рождаются в собственной деятельности учеников», «открываются самостоятельно» в ходе «метапредметных эвристических занятий». Подобные занятия осуществляются в «образовательной среде с точками проблематизации», побуждающей к овладению знанием, порождающим «способы действий в этой среде». При этом речь, прежде всего, идет о знаниях «фундаментальных», тогда как «другие же знания, или точнее – информация – должны выполнять роль среды, в которой происходит рождение новых системообразующих знаний, а также метазнаний» [11, с. 27]. Подобные схемы деятельности в информационной среде программного комплекса по проектированию металлических конструкций на основе синтеза знаний мы использовали в эксперименте.

## Результаты исследования и их обсуждение

Становление информационного социума актуализирует проблематику педагогических исследований в русле определения эффективных механизмов и способов получения и ассимиляции знания как залога успешности целенаправленного процесса самореализации и саморазвития специалиста. Поиск и разработка методологии формирования знаний и процессов оценки знаний в педагогической науке являются кардинальным направлением. Но в настоящий период нами усматривается стремление педагогов абстрагироваться от познающего субъекта и представить его в виде устройства с набором запрограммированных знаний. Акт познания и его оценка часто сводятся к проведению группового тестирования знаний учебного материала. Вместе с тем акт познания в проектной деятельности предопределяет развитие такого образа мыследеятельности будущего инженера, в процессе которого рождается новое проектное знание, связанное личностными когнитивными способностями и творческим потенциалом проектности субъекта. В этом случае использовать линейные алгоритмически выстроенные цепочки проверки оригинальности решения проектной задачи в автоматизированном тестирующем комплексе представляется нецелесообразным.

В целях контроля процесса усвоения проектных знаний и оригинальности содержания учебной проектной деятельности нами предложен и апробирован метод оценки синтеза знаний с использованием функционального структурирования процесса проектирования зданий и сооружений на металлическом каркасе и дифференцирования эпистем по уровню сложности и оригинальности выполнения проектной задачи.

Необходимо отметить, что данным перспективным направлением осмысления идеи анализа и синтеза знания в образовании занимались многие ученые. Так, А.А. Никитин, А.П. Ефремов, И.В. Силантьев ввели понятие эпистемы с точки зрения педагогики как условной единицы измерения знаний [12]. Проблеме исследования содержания образования и организации процесса обучения с использованием эпистемодидактических единиц посвящена работа О.А. Никитиной [3]. Автор исследования предложила использовать эпистему как условную единицу качественных и количественных измерений применительно к исследованию содержания образования и организации процесса обучения. В трудах философов и педагогов подчеркивается многоаспектный характер данного понятия, в связи с чем эпистема определяется как:

– исторически конкретное познавательное поле научного свойства, уровень научных представлений своего времени; эпистема есть не сумма знаний или унифицированный способ мышления, а пространство отклонений, дистанцирования и

рассеивания; «некий глобальный принцип организации» всех проявлений человеческой жизни П. Бергер [13, с. 232];

– совокупность правил и отношений в конкретных месте и времени, формирующих условия существования исторических форм культуры и знания. В.П. Визгин [14, с. 203];

– существующая в каждую историческую эпоху «специфическая, более или менее единая система знания», образованная из «разнородных дискурсивных практик», практически реализуется как своеобразный «языковой код, норма, предопределяющая «мышление» людей. А.А. Калмыков [15, с. 27].

Для настоящего исследования актуальным является определение М.В. Федотова, который понимает эпистему как знание, выступающее результатом процесса познания, а также важной отличительной чертой познавательного отношения к миру конкретной историко-культурной эпохи; *эпистема отражает способ оценивания и проверки человеком степени «адекватности своего знания о мире»* [16, с. 112].

Таким образом, исходя из многоаспектной природы дефиниции «эпистема», в данном исследовании мы принимаем ее как функциональную дидактическую единицу, с помощью которой можно не только идентифицировать уровень теоретических знаний и когнитивных способностей, но и дать оценку ориентации на развитие и реализацию личностных креативных ресурсов, результатов устремлений будущих инженеров на инновации в проектной деятельности.

Продемонстрируем процедуры оценки оригинального проектного решения на примере расчетно-графического задания для будущих инженеров строительных направлений подготовки на проектирование зданий и сооружений на металлическом каркасе. В качестве информационной поддержки был использован разработанный авторами программный комплекс «Автоматизированная информационно-расчетная система проектирования металлических конструкций», представляющий собой методическую компоненту проектной реализации в искусственных средах обучения. Комплекс разработан для операционной системы MS Windows с использованием Microsoft Visual Studio на языке программирования C#, направлен на активный поиск знаний, восприятие и усвоение студентами норм, структуры и алгоритмов проектной деятельности, применение компьютерного моделирования как основы усвоения содержания элементов исследовательской работы.

Для объективной оценки и идентификации когнитивных способностей и устремлений будущих инженеров к осуществлению проектной деятельности мы использовали систему дидактических эпистем и многоуровневое конструирование учебного контента по проектированию зданий и сооружений на металлическом каркасе. В первую очередь

необходимо было структурировать эпистемы рабочих процессов первого уровня, используемых при проектировании. По мере усложнения учебного контента и при переходе на более высокий уровень (этап) проектирования при корректном результате (получении зачета по эпистемам первого уровня) вводятся дополнительные знаниевые эпистемы. Таким образом, образованная многоступенчатость эпистем является залогом открытости познавательной проектной ситуации, инициирующей синтез знаний и смыслообразование в деятельности по проектированию. Приведем пример формируемых эпистем рабочих процессов, используемых при проектировании металлических конструкций (табл. 1).

Таблица 1

Формируемые эпистемы рабочих процессов в проектировании металлических конструкций

Оцениваемая эпистема рабочих процессов	Уровень сложности эпистемы	Индикаторы оценки эпистемы	Метапредметные связи изучаемых дисциплин
1. Выбор типа колонны и назначения предварительных размеров поперечного сечения конструкции	3	Критический анализ и оценка современных научных достижений в области проектирования металлических конструкций. Знания технологических ограничений в проектировании металлических конструкций. Генерирование новых идей при решении	Строительные конструкции, здания и сооружения. Металлические конструкции. Нормативная документация в строительстве
2. Сбор нагрузок для расчета колонны	3	Исследовательский эксперимент.	Оценка технического состояния строительных конструкций. Металлические конструкции. Основы проектной деятельности. Строительные материалы. Геология и фундаменты
2.1 Классификация нагрузок	2	Синтез знаний строительных правил и регламентов.	
2.1.1 Постоянные нагрузки	1	Знание порядка сбора нагрузок (снеговых, ветровых, крановых), знание сейсмического воздействия, воздействий из-за деформации основания. Умение провести расчет веса конструкции и веса вышележащих элементов	
2.1.2 Временные нагрузки	1		
2.1.3 Особые нагрузки	1		
3. Выбор марки металла конструкции	2	Знание свойств металла и особенностей его напряженно-деформированного состояния	Металлические конструкции. Строительная механика
4. Расчет колонны	3	Знание численных методов расчета и использования технологии автоматизированного проектирования.	Сопротивление материалов. Строительная механика. Металлические конструкции.
4.1 Расчет колонны по прочности	2		
4.1.1 Определение геометрических характеристик.	1		

4.1.2 Вычисление продольных сил и изгибающих моментов	1	Умение оценки напряженно-деформированного состояния с учетом действующих нагрузок	Современные программные комплексы для расчета конструкций зданий и сооружений
4.1.3 Вычисление действующих напряжений и их сравнение с расчетными значениями	1		

Способ контроля в данном методе выстраивается как анализ и проверка знаний на каждом этапе проектирования. Пропуск или некорректное выполнение эпистемы первого уровня сложности не позволят перейти к эпистеме более сложного уровня. Знаниевый компонент при проектировании конструкции оценивается программным комплексом в автоматизированном режиме, а графическая часть (схемы приложения нагрузок) оценивается программным комплексом с помощью вычислений, основанных на теории нечетких множеств.

### **Заключение**

Современное технологическое производство активно формирует систему новых квалификационных требований к облику будущих специалистов, в совершенстве знающих, а главное – умеющих продуктивно использовать цифровые технологии управления инженерным проектом и инструменты автоматизации рабочих процессов исследования, разработки, внедрения и сопровождения проекта. Развитие и формирование новых технологических компетенций в профессиональном образовании требуют разработки и обоснования индикаторов оценки этих компетенций для анализа и гибкого реагирования на динамичные изменения в сфере производства. В педагогической теории и практике обнаружена потребность обучения принципиально новым проект-технологиям работы со знанием, ориентированным не столько на воспроизведение знаний под конкретные профессиональные формализованные ситуации, сколько на развитие способности создавать новые инженерные проекты в условиях появления новых знаний и технологий. В связи с этим в исследовании предпринята попытка переосмыслить традиционные представления о способах получения знания, его обоснования и оценки.

На основе анализа многоаспектной природы дефиниции «эпистема» в данном исследовании мы принимаем эпистему как функциональную дидактическую единицу, с помощью которой можно не только идентифицировать уровень теоретических знаний и когнитивных способностей личности, но и дать оценку креативным ресурсам и устремлениям будущих инженеров на инновации в проектной деятельности.

На практике доказано, что образованная в учебном контенте многоступенчатость эпистем является залогом открытости познавательной проектной ситуации, инициирующей синтез знаний и смыслообразование в деятельности по проектированию.



## Список литературы

1. Васильева В.Д. Проектная культура современного инженера: монография. Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2013. 211 с.
2. Громыко Н.В. Деятельностная эпистемология и проблема трансляции теоретического знания в образовательной практике: автореф. дис. ... докт. филос. наук. Москва, 2011. 50 с.
3. Никитина О.А. Фундаментальные эпистемодидактические исследования содержания образования и организации процесса обучения: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Томск, 2018. 35 с.
4. Никифоров А.Л. Анализ понятия «знание»: подходы и проблемы // Эпистемология и философия науки. 2012. Т. XXI. № 3. С. 61-73.
5. Крисковец Т.Н. Развитие системного мышления обучающегося как способ модернизации процесса подготовки инженерно-технических кадров // Успехи гуманитарных наук. 2020. № 5. С. 163-167.
6. Charikova I., Zhadanov V., Kiryakova A. Design knowledge in the artistic-aesthetic development and transformation of the world. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). 2018. Vol. 9. Is. 11. P. 326-332.
7. Ахметова М.Н. Проективная деятельность в структуре профессиональной компетентности учителя // Сибирский педагогический журнал. 2007. № 14. С. 59-76.
8. Ахметова М.Н. «Живое» знание в становлении готовности студентов к проективной деятельности // Гуманитарный вектор. Сер.: Педагогика, психология. 2018. № 3. С. 60-63.
9. Семенюк А.П. Соотношение понятий «живое знание» и «понимание» в гносеологических учениях русских философов XIX-начала XX вв. // Вестник Томского государственного университета. 2008. № 315. С. 55-58.
10. Ильин Г.Л. Проективное образование как работа с информацией // Высшее образование в России. 2016. № 7 (203). С. 88-94.
11. Хуторской А.В. Метапредметное содержание образования с позиций человекообразности // Вестник Института образования человека. 2012. № 4. С. 22-31.
12. Никитин А.А., Ефремов А.П., Силантьев И.В. Анализ системы зачетных единиц: от высшей школы к профильному обучению и специализированной подготовке в общеобразовательной школе. Новосибирск: НГУ, 2006. 200 с.
13. Бергер Л.Г. Эпистемология искусства. М.: Русский мир, 1997. 424 с.
14. Визги В.П. Эпистема // Современная западная философия: энцикл. словарь. Москва: Культурная революция, 2019. С. 203-204.

15. Калмыков А.А. Медиалогия интернета. М.: РГГУ, 2012. 269 с.
16. Федотов М.В. Концептуализация знания: первые опыты систематизации знания, его понятия и категории // Актуальные проблемы современной когнитивной науки: материалы пятой всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (18 - 20 октября 2012 г.). Иваново, 2012. С. 110-114.