

УДК 004.05

DOI: 10.25559/SITITO.15.201904.825-836

Экспертиза электронных образовательных ресурсов с помощью PN-метода

О. М. Корчажкина

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия
19333, Россия, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44-2
olgakomax@gmail.com

Аннотация

В статье обсуждается проблема экспертизы электронных образовательных ресурсов (ЭОР), представляющих собой сложные информационно-педагогические системы, с точки зрения поиска и разрешения противоречий между их компонентами. В качестве инструмента поиска противоречий предлагается использовать PN-метод, который берёт своё начало в теории решения изобретательских задач и является дальнейшим развитием на системной основе наиболее известной её части, касающейся работы с противоречиями в инновационных решениях. Выбор PN-метода обусловлен логической строгостью и большим потенциалом решения творческих задач, чем качественно отличается от ранее известных подходов, применяемых к схожим проблемным ситуациям, но опирающихся на иные приёмы выявления и разрешения узкого круга противоречий. Обосновывается процедура адаптации терминов «противоречие в пространстве» и «противоречие во времени» применительно к экспертизе ЭОР, описываются алгоритмы поиска упомянутых противоречий в информационно-педагогических системах на основе PN-метода. Рассмотрение противоречий производится с учётом полного дидактического цикла усвоения учебного материала, представленного в ЭОР, а также всех значимых компонентов процесса обучения и причинно-следственных связей между ними. Предлагаются инструменты разрешения противоречий с помощью способов, основанных на процедуре контраргументации и технологии обучения по прецедентам, а также приводятся примеры их практического использования.

Ключевые слова: теория решения изобретательских задач (ТРИЗ), экспертная оценка, противоречие, PN-метод, электронные образовательные ресурсы, электронный учебник, информационно-педагогическая система, контраргументация, прецедент.

Для цитирования: Корчажкина О. М. Экспертиза электронных образовательных ресурсов с помощью PN-метода // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2019. Т. 15, № 4. С. 825-836. DOI: 10.25559/SITITO.15.201904.825-836

© Корчажкина О. М., 2019



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



Expert Examination of Electronic Educational Resources Using PN-Method

O. M. Korchazhkina

Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

44-2 Vavilov St., Moscow 119333, Russia

olgakomax@gmail.com

Abstract

The article focuses on the problem of expert examination of electronic educational resources (EER), which present complex information and pedagogical systems as they are, from a viewpoint of searching and resolving inconsistencies between their components. To look for contradictions we propose the PN-method as a tool, which originates in the theory of solving inventive problems and is a further systemic development of its most famous part regarding a deal with inconsistency in innovative solutions. The choice of the PN-method is made due to its logical rigor and great potential for solving creative problems. These factors qualitatively distinguish the method from previously known approaches applied to similar problem situations that are based on other methods of identifying and resolving a narrow circle of inconsistency. The adaptation of the terms "contradiction in space" and "a contradiction in time" to expert examination of EER is explained. We also describe algorithms of searching for inconsistencies based on the PN-method in information and pedagogical systems, consider inconsistencies in the complete didactic cycle of mastering learning material presented in the EER, taking into account all the significant components of the teaching process and cause-effect relationships between them. The article exhibits tools for resolving inconsistency using methods based on the counterargument procedure and the technology of training on precedents, as well as examples of their use in practice.

Keywords: Theory of inventive problem solving (TRIZ), expert assessment, inconsistency, PN-method, electronic educational resources, electronic textbook, information and pedagogical system, counter-argumentation, precedent.

For citation: Korchazhkina O.M. Expert Examination of Electronic Educational Resources Using PN-Method. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2019; 15(4):825-836. DOI: 10.25559/SITITO.15.201904.825-836



Введение

В настоящее время подавляющим большинством специалистов IT-отрасли, а также представителями педагогического и образовательного сообществ стал признаваться тот факт, что недостаточное внимание учителя к интеграции традиционных педагогических и новых информационных технологий, равно как и трудности, связанные с реализацией этого процесса на практике, является ведущим фактором, который превращает информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) из «объекта надежд» в «объект обманутых ожиданий». Однако ещё одной немаловажной причиной низкой эффективности использования средств ИКТ в учебном процессе является уровень самих электронных учебно-методических материалов, не соответствующий современным требованиям, предъявляемым к содержанию и организации учебно-познавательной деятельности учащихся. Если всего несколько лет назад основу электронных учебно-методических материалов составляли «мозаичные» электронные образовательные ресурсы (ЭОР), целью которых было освоение какой-то одной темы или отработка одного-двух навыков, то сейчас их место активно занимают электронные учебники (ЭУ), электронные формы учебников (ЭФУ), разнообразные цифровые платформы (МЭШ, ЯКласс, «1С Школа», ЛЕСТА и пр.), представляющие собой своего рода комплексные интерактивные системы электронных учебно-методических материалов нового поколения, которые можно назвать предметными и межпредметными информационно-педагогическими системами, ориентированными как на управление и организацию учебного процесса, так и на формирование и развитие различного рода учебных компетенций учащихся для достижения ими предметных, метапредметных и личностных образовательных результатов.

Важные образовательные цели и задачи, которые ставятся перед разработчиками подобных ЭОР, требуют осуществления как постоянного мониторинга в процессе разработки, так и тщательной экспертизы готовых продуктов по её окончании. Согласно Статье 14 «Организация и проведение экспертиз научной и научно-технической деятельности» Федерального закона № 127-ФЗ от 23.08.1996 (ред. от 23.05.2016) «О науке и государственной научно-технической политике» (с изменениями и дополнениями вступил в законную силу 01.01.2017)¹ экспертиза ЭУ и ЭФУ относится к разряду «экспертиз научных и научно-технических программ и проектов, финансируемых за счет средств соответствующего бюджета». Поэтому на деятельность эксперта в этой сфере распространяются требования к инновационной научно-технической деятельности, осуществлять которую должны независимые специалисты IT-сферы совместно с заинтересованными сторонами – учителями-предметниками, методистами в данной предметной области и авторами учебников-«первоисточников».

Как известно, в работу эксперта входит проведение профессиональных исследований различных научных, научно- и учебно-методических, научно-технических разработок и оценка полученных результатов. Для этого привлекается богатый профессиональный опыт и специальные знания членов экспертной комиссии; анализируются имеющиеся факты, относя-

щиеся к объекту экспертизы, которые необходимы для решения поставленных задач; проводится всестороннее исследование с целью получения основной и дополнительной информации об объекте экспертизы; составляется заключение, в котором излагаются выводы, сделанные на основе проведённого исследования и консенсусного решения – принятого на основе мнения всех членов экспертной комиссии.

Если теперь посмотреть на работу эксперта с содержательной стороны, то создаётся впечатление, будто экспертный труд слабо поддаётся алгоритмизации, что позволяет считать его разновидностью творческой деятельности, основанной на интуиции, озарении, эрудиции, высоком уровне интеллекта эксперта. Тем не менее, даже при отсутствии видимого алгоритма экспертная деятельность обладает внутренними механизмами, которые подчиняются определённым закономерностям, скрытым от глаза стороннего наблюдателя, когда существующая связь между исходными предпосылками и итоговыми результатами деятельности эксперта может быть выявлена с помощью понятия *диалектическое противоречие* [2 : 65]. Именно способ постижения механизма творческой, а в нашем случае экспертной, деятельности при анализе ЭОР, через противоречие положен в основу настоящего исследования: «сам факт включения противоречия в состав творческого процесса – выдающееся достижение. <...> творчество в целом есть процесс разрешения объективных противоречий в деятельности человека» [2 : 5].

Цель исследования

Нам предстоит рассмотреть творческий процесс осуществления независимой экспертизы ЭУ и ЭФУ, как сложных информационно-педагогических систем, обладающих модульной архитектурой с необходимыми функциональными характеристиками, которые требуют осуществлять интеграцию всех её информационных компонентов и за счёт этого обеспечить оптимальную гибкость и вариативность при регулировании и управлении учебными материалами. В качестве метода поиска и устранения противоречий предлагается использовать *PN-метод*, который берёт своё начало из теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) и является дальнейшим развитием наиболее известной части ТРИЗ, касающейся работы с противоречиями в инновационных решениях [2].

Автором *PN-метода* является изобретатель, доктор технических наук, директор Миорского металлопрокатного завода (Республика Беларусь) Пётр Николаевич Шимукович², чья многолетняя деятельность в качестве эксперта ТРИЗ и нарабатанная практика позволили предложить надёжный «*системный инструмент для работы с проблемами*» [3 : 153]. *PN-метод* качественно отличается от ранее известных подходов, применяемых к схожим проблемным ситуациям и базирующихся на приёмах разрешения узкого круга противоречий – сугубо технических и/или физических. Кроме того, системная основа алгоритма работы с противоречиями позволяет применить новую схему их структурирования [2 : 9-10]. С этой целью *PN-метод* предполагает представление объекта экспертизы в качестве системы, имеющей следующие компоненты: элемен-

¹ Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «О науке и государственной научно-технической политике» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_11507/ (дата обращения: 14.09.19).

² Название *PN-метода* происходит от латинизированных инициалов (имени-отчества) его создателя.



ты, связи, границу, взаимодействие со средой, вход/выход. Полное представление о системе эксперт получает путём рассмотрения десяти аспектов в соответствии с системным подходом [3 : 154]: системно-целевого, системно-элементного, системно-структурного, системно-функционального, системно-ресурсного, системно-интеграционного, системно-коммуникационного, системно-исторического, системно-управленческого, и системно-информационного.

В случае экспертизы ЭУ и ЭФУ основным источником информации для выявления несоответствия между реальными и требуемыми по техническому заданию (ТЗ) характеристиками системы, является, очевидно, системно-функциональный аспект, в состав которого входят действия по оптимизации системы, то есть изменении её в желаемом направлении: [3 : 155-156]: оптимизация функционирования; замена функции на альтернативную; изменение порядка выполнения функций; изменение параметров функции; выделение и использование составных частей системы; использование вспомогательных, дополнительных, нейтральных функций, сопровождающих реализацию главной функции; преобразование функции из дискретной в непрерывную; инверсия преобразования.

В рамках системно-функционального аспекта исследуются функциональные возможности системы и предмет её оптимизации, то есть валидность – соразмерность заложенных разработчиками ЭОР содержания учебных и учебно-методических материалов, дидактических функций и методов обучения (способов усвоения знаний, формирования и развития компетенций и контроля уровня обученности) с требованиями ФГОС, фундаментального ядра содержания образования, примерных образовательных программ, ГИА (ВПР, ОГЭ, ЕГЭ) и международных сравнительных исследований качества образования (PISA, TIMSS); психолого-педагогическими характеристиками педагогов и учащихся; современным уровнем развития наук и образовательных технологий; запросов общества и государства. Таким образом, **экспертиза ЭОР, проводимая с использованием PN-метода, есть не просто вынесение вердикта экспертной комиссии об уровне разработки системы на основании качественных характеристик, мнений или оценочных суждений экспертов, а заключение, сделанное на основании изучения вопроса о возможности оптимизации системы – изменении её с целью улучшения характеристик: если эксперт не сможет предложить способ улучшения какого-либо показателя работы системы, то этот показатель может считаться удовлетворяющим требованиям ТЗ.** Очевидно, что для вынесения подобного заключения должны привлекаться эксперты с очень высоким уровнем компетенций и многолетним позитивным профессиональным опытом. Автор *PN-метода* подчёркивает, что из известных 11 приёмов разрешения ТРИЗ-противоречий [2 : 66-67], он оставил только два – **разрешение противоречивых свойств в пространстве и разрешение противоречивых свойств во времени**, называемых *преобразованиями*, что является важным фактором практического применения *PN-метода*. При этом «*Как первый, так и второй шаг применения PN-метода оказываются строго формализованными, что обеспечивает процедуре поиска решения понятность, минимизирует проявления субъективного фактора и приводит к получению действительно полного перечня искомых результатов*» [2 : 72].

Анализ состояния проблемы

В классической ТРИЗ при устранении противоречий в пространстве и во времени важно бывает чёткое определение места и времени локализации противоречия. Для этого вводятся понятия *оперативной зоны (ОЗ)* и *оперативного времени (ОВ)* [4 : 50], что позволяет конкретизировать проблему, локализовать её в пространственно-временном аспекте и найти наиболее приемлемые способы её решения. Когда *PN-метод* применяется к корректировке технических решений – реальных объектов, функционирующих во времени и в пространстве, для чего он изначально и был создан, то свойства пространства и времени используются с учётом их основополагающего смысла.

При этом **пространство** рассматривается как ареал, реально наблюдаемая и осязаемая протяжённая форма существования материальных объектов, событий, явлений и процессов, для функционирования которых необходимо до трёх линейных измерений по какой-либо метрической шкале. В дву- или трёхмерном пространстве возможно не только фиксировать траекторию движения или стадии развития объектов, но также определять их форму, рельеф, структуру, взаимное расположение, а также измерять их площадь или объём. Кроме того, пространство организует действительность, которая существует во времени.

Основные свойства реального пространства – протяжённость и бесконечность – носят ограниченный и поэтому условный характер, поскольку они не могут быть подтверждены иначе как через внешнего наблюдателя – человека с ограниченной способностью обзора и возможностью измерения, что зависит как от биологических (природных) способностей человека, так и от возможностей используемых им технических средств наблюдения. При этом реальное пространство материальных объектов, событий или явлений значительно отличается от «пространства мысли», то есть ментальной субстанции, существующей в сознании человека в виде простора для образов реальных или воображаемых объектов, событий или явлений, которое действительно может быть бесконечно протяжённым и поэтому не поддающимся никаким измерительным процедурам. Эти признаки «пространства мысли» близки к свойствам виртуального пространства, о котором пойдёт речь ниже.

Время – это потоковая форма существования живых и неживых материальных объектов, форма их динамического развития, изменения, преобразования, форма протекания процессов за весь период их существования, когда необходимо наблюдать и фиксировать стадии их развития. Время также называют совокупностью отношений, выражающих координацию сменяющих друг друга состояний в привязке к некоторой временной шкале, рассматривающей историю событий, стадий с указанием временных отрезков (периодов), которые измеряются длительностью, или временных этапов (фиксированных точек на оси времени), которые измеряются моментами времени. Кроме того, в общефилософском смысле как не существует понятия *нигде* для объектов в пространстве, так не существует понятия *никогда* для объектов во времени, поскольку если имело место какое-то событие, то оно обязательно происходило *где-либо* и *когда-либо*. Если же события вообще не существовало, то есть если его нельзя соотнести ни с местом в пространстве, ни с моментом или периодом времени, то оно не происходило – *нигде* в пространстве и *никогда* во времени.



Неслучайны способы метафорического отражения понятия *время* в языке: о времени говорят, что оно идёт, течёт, движется; его можно потратить впустую или провести, употребить с пользой; оно может пропасть; его можно отнять, потерять или уделить; его можно упустить, убить, сэкономить, выбрать или выиграть; важно бывает не отстать от времени. Всем известны выражения *время покажет, время всё расставит по местам, время лечит, время вышло (закончилось), время работает на нас, времена не выбирают*. Каждый из употребляемых со словом *время* глаголов носит характер движения, динамики, и это одушевляет само понятие времени, когда говорится о нём как о высшей силе, над которой человек не властен.

Время обладает множеством характеристик, среди которых **объективность** (оно существовало и существует вне зависимости от наличия внешнего наблюдателя); **единство** (с точки зрения классической механики оно едино для всех точек пространства и всех материальных объектов этого пространства); **унирапидность**, или **равномерность** (оно протекает с одинаковой скоростью в тех точках пространства, для которых справедливы одни и те же законы физики; в реальном мире оно может ускоряться или замедляться только в сознании человека); **одномерность**, или **линейность** (последовательность происходящих событий развивается по линейной, то есть одномерной, траектории; невозможность ветвления); **бесконечность** (в глобальном понимании своего течения оно не имеет ни начала, ни конца); **продолжительность**, или **длительность** (единственная количественная характеристика времени, которая измеряется как длина временного промежутка между двумя моментами времени); **однонаправленность**, **необратимость**, или **хронологичность** (его нельзя пустить вспять, оно движется только вперёд, упорядочивая события в хронологическую последовательность); **однородность** (оно не создаёт особых, преимущественных условий для протекания одних процессов перед другими в разные периоды их развития); **непрерывность** (с точки зрения классической механики, то есть в реальном мире, его нельзя ускорить, замедлить или остановить, то есть прервать его течение); **неошутимость** (его можно ощутить только опосредованно – через существование в нём реальных объектов, явлений или событий); **нематериальность** (или неосвязаемость, то есть его можно материализовать только с помощью системы знаков – путём измерения с помощью специальных инструментов – часов, секундомера, таймера, движения небесных тел, счёта, отбивания ритма и пр.); **неавтономность** (оно всегда привязано к существующим в нём материальным объектам); **невосполняемость**, или **аксиологичность** (оно является особым ценным ресурсом, который нельзя восстановить или восполнить); **уникальность**, или **незаменяемость** (его нельзя повторить, подобрать аналогию или заменить другими существующими материальными или нематериальными объектами).

Существуют также понятия «внешнее время» и «внутреннее время». Внешнее время – это объективное время, в котором реализуются такие свойства времени, как единство и равномерность

(унирапидность). Внутреннее время – это время, которое протекает в соответствии с его восприятием отдельного человека.

Время не существует вне пространства: почти все характеристики времени не имеют смысла и не могут быть определены вне пространства, поскольку существование времени и ощущение его человеком опосредуется через объекты, явления или события, которые локализируются в некотором пространстве. Поэтому **двойственность** и **противоречивость** некоторых характеристик времени может проявляться только во взаимодействии с некоторыми двойственными и противоречивыми пространственными характеристиками, образуя пространственно-временной континуум – сплошную среду, в которой пространство и время не просто являются «гранями некоего единого понятия», а представляют собой синергетическую систему, обладающую свойствами структурной иерархичности, эмерджентности, нелинейности, организации и самоорганизации, неустойчивости, открытости, наблюдаемости [5 : 190-198]. Двойственность и противоречивость времени относится к таковым диалогическим парам, как неделимость – дискретность³ и абсолютность – относительность. Дискретность является антагонистом непрерывности: пространство – это множество площадей или множество точек, заполняющих эти площади? Время – это множество мгновений или множество интервалов? Абсолютность времени по Ньютону означает его независимость от каких бы то ни было физических процессов и точки пространства, из которой осуществляется наблюдение (локализации наблюдателя), тогда как по теории относительности Эйнштейна время зависит как от физических процессов, например, скорости движения объекта в пространстве, определяемой массой движущего объекта, то есть силами гравитации, так и локализации наблюдателя – вне или внутри движущегося объекта.

Мы уделили такое внимание рассуждениям о реальном пространстве и реальном времени потому, что виртуальное пространство, которое является объектом экспертизы, как раз представляет собой синергетический сплав пространства и времени: виртуальное пространство более интегрировано со временем, чем реальное пространство, поэтому их нельзя разделять. Кроме того, дискретность цифрового пространства более объяснима, чем дискретность реального пространства в силу особой единицы измерения количества информации – *бита*, на основе которой строятся все современные электронно-цифровые системы. Неограниченность реального пространства, как объективный фактор, не просто переносится в виртуальное пространство ЭОР, а многомерно расширяется и в то же время уплотняется. В одной единице виртуального образовательного пространства может содержаться практически неограниченный объём информации, если за эту единицу принять некое понятие, образ, отрезок текста, формулу и т.п. – иными словами, некоторую дидактическую единицу, предъявляемую учащимся для изучения. Тогда скрытая за ней информация – тот объём учебного материала, который, по мнению разработчиков ЭОР, способствует её усвоению – может быть сколь угодно большого охвата.

³ Самой наглядной характеристикой, которой обладает пространственно-временной континуум, является его дискретность (прерывистость). Для человека (стороннего наблюдателя) дискретность является более понятной характеристикой, чем непрерывность, что связано, в первую очередь, с практическим опытом человека – потребностью измерения пространственных объектов и периодов времени, а также фиксацией расположения объектов в пространстве и фиксацией моментов времени. Для этого человек использует единицы измерения длины и времени, которые являются двумя из трёх основных единиц измерения в системе СГС (сантиметр-грамм-секунда) и двумя из семи единиц измерения в системе единиц физических величин СИ (длина – метр, масса – килограмм, время – секунда, сила тока – ампер, термодинамическая температура – кельвин, количество вещества – моль и сила света – кандела). Однако предположение о существовании минимальной неделимой единицы пространства – планковской длины $l_P \approx 1,6 \cdot 10^{-35}$ м и минимальной неделимой единицы времени – гипотетического кванта времени хронона $\theta_0 \approx 6,97 \cdot 10^{-44}$ с – делает возможным воспринимать пространство и время как дискретные субстанции, а абсолютизация подобного представления приводит к ошибкам, подобным знаменитой апории Зенона Элейского об Ахиллесе и черепахе.



Условия применимости *PN-метода* к экспертной оценке ЭОР

Для практического применения *PN-метода* к экспертизе ЭУ и ЭФУ необходимо, прежде всего, представить объект экспертизы в виде комплексной информационно-педагогической системы, выделив все вышеуказанные существенные компоненты и характеристики. И таких представлений может быть несколько: на этапе замысла, на этапе концепции, на этапе разработки и на этапе эксплуатации (использовании в учебном процессе). Примером представления ЭОР на этапе разработки может служить блок-схема, изображённая на рис. 1 [6 : 16].

Виртуальное пространство ЭУ является по сути пространственно-временным континуумом, который структурируется в соответствии с требованиями ТЗ – по типу графа, линейной или спиралевидной структуры, гипертекста, матрицы, фрактала, двух- или трёхмерной мозаики, кубика Рубика, листа Мёбиуса, нейронной сети, онтологии, грибкицы или по типу любой другой логико-смысловой схемы, эффективно решающей задачи обучения и развития ребёнка.

Согласно [7 : 9] под педагогической системой понимается «социально обусловленная целостность взаимодействующих на основе сотрудничества между собой, окружающей средой и её духовными и материальными ценностями участников педагогического процесса, направленная на формирование и развитие личности», а также на усвоение системы знаний и развития компетенций по практическому применению этих знаний. Опираясь на эту классическую формулировку, можно определить информационно-педагогическую систему как информационную образовательную среду (ИОС) – область функционирования когнитивных и метакогнитивных стратегий, складывающихся на основе развития и обогащения индивидуального познавательного стиля и содействующих развитию у учащихся способности эффективно работать с электронным учебным материалом в процессе обучения. Осуществляемое таким образом управление учебно-познавательной деятельностью в ИОС является коррелятом с технологической, психолого-педагогической и информационной формами интеграции.

Функциональная структура ЭУ должна соответствовать его назначению в образовательном процессе и содержать следующие компоненты [8]:

1. *основной материал*, обеспечивающий изложение основного содержания учебного предмета; он может быть представлен в гипертекстовой и мультимедийной форме; визуальный ряд может разворачиваться в виде реалистических графических изображений изучаемых предметов, процессов, явлений и синтезированных объектов статической и динамической графики; возможны замена/дублирование текстовых описаний изучаемых объектов соответствующими видеофрагментами, анимациями, моделями, аудиозаписями;
2. *дополнительный материал*, связанный с основным материалом четкой системой навигации и служащий для расширения и углубления базовых знаний, полученных при изучении основного материала; в качестве дополнительного материала могут использоваться справочные, познавательные и научно-популярные материалы (в том числе фрагменты литературных произведений, фрагменты популярных научных статей и публикаций, исторические

документы, фрагменты научно-популярных фильмов, анимации скрытых процессов и явлений и пр.);

3. *пояснительные тексты*, сопровождающие ключевые термины основного материала, все графические изображения, не являющиеся элементами оформления, важные смысловые фрагменты сложных графических изображений, формулы;
4. *аппарат организации усвоения учебного материала*, в общем случае состоящий из моделирующего, закрепляющего и контрольного компонентов; включаются интерактивные объекты для тренировки, самоконтроля и контроля; могут быть включены инструментальные программные средства (виртуальные лаборатории, ленты времени, интерактивные карты, конструктивные творческие среды); содержащиеся в ЭУ задания, предполагающие автоматическую проверку результатов обучения, должны исключать возможность неоднозначного ответа; аппарат организации усвоения может быть дополнен инструментарием для осуществления сбора и хранения статистической информации о результатах продвижения по учебному материалу, выполнения практических заданий и контрольных тестов;
5. *навигационный аппарат* (оглавление, сигналы-символы, алфавитный, именной и тематический указатели, пользовательские закладки/заметки и т. д.), обеспечивающий быстрый поиск информации, мгновенный переход к нужной главе и параграфу, отражающий связи между основным и дополнительным учебным материалом, а также позволяющий пользователю фиксировать своё положение в образовательном пространстве ЭУ.

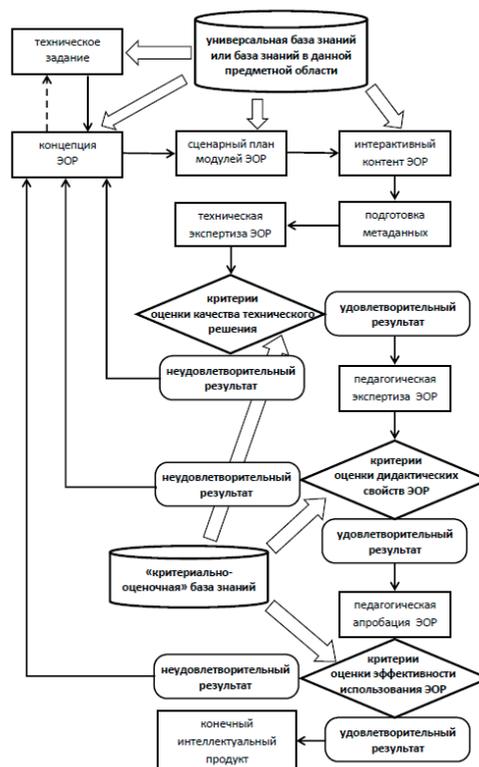


Рис. 1. Обобщённая схема процесса разработки ЭОР [6 : 16]

Fig. 1. Generalized EER development scheme



ЭУ как информационно-педагогическая система за счёт обеспечения интерактивных методов обучения, включённых в полный дидактический цикл и имеющих общедидактическую направленность, то есть ориентированных на формирование и развитие предметных и метапредметных компетенций, характеризуется:

- вариативностью и гибкостью, позволяющей осуществлять интеграцию различных методов и технологий обучения – широкого спектра ИКТ и традиционных педагогических технологий;
- способностью мотивировать учащихся на самостоятельную работу с разной степенью личной автономии – субъектности (личной ответственности за результаты своей учебно-познавательной деятельности, активизации его позиции в обучении – инициативного стремления к получению высоких индивидуальных образовательных результатов, рефлексивности, коммуникативности, интерактивности).

Сформулируем условия применимости *PN-метода* к решению задачи экспертизы ЭУ и ЭФУ. Очевидно, что важнейшей составляющей экспертного исследования является всестороннее рассмотрение объекта экспертизы на предмет поиска «проблемных зон» в его элементах, структуре, функциях, связях, имеющихся ресурсах развития и прочих характеристиках. Для того, чтобы локализовать эти зоны и определить содержание заключённых в них проблем, необходимо выявить противоречия между фактическими параметрами системы и критериями, то есть требованиями, предъявляемыми к этим параметрам на соответствие ТЗ.

В свою очередь, противоречия – это те «точки бифуркации» объекта экспертизы (точки неустойчивого равновесия системы), позволяющие сделать обоснованный вывод о том, насколько рассматриваемый объект отвечает требованиям ТЗ и выполнен в соответствии с современным уровнем развития наук и технологий той отрасли знаний, которую он представляет и в рамках которой функционирует. Поскольку на практике поиск противоречий сводится к выявлению нарушений, то именно противоречия, найденные в системе, должны являться основными источниками информации для вынесения экспертного решения, а выбранный метод их исследования должен предоставить адекватный инструментарий на всех этапах экспертизы.

Виды противоречий, возникающих в ЭУ и ЭФУ, обусловлены как сложной структурой самих ресурсов, так и их сложным поведением, то есть функциональными возможностями. Поэтому параметры для оценки подобных систем определяются в зависимости от конкретных задач и условий, в которые поставлены разработчики ресурса и его эксперты.

Поиск противоречий в структуре системы, элементах, связях между ними, функционале, внутренних и внешних ресурсах согласно общим положениям *PN-метода* осуществляется путём изменения некоторых характеристик системы в допустимых пределах и изучения тех трансформаций, которые происходят при этом с остальными характеристиками. Признаком того, что изучаемый объект удовлетворяет экспертным требованиям, является устойчивость всей системы, характеризую-

щаяся сохранением элементов, структуры, связей, управленческого потенциала, границ, ресурсов при выполнении необходимых функций с перспективой её дальнейшего развития как информационно-педагогической системы.

Адаптацией алгоритма *PN-метода* применительно к виртуальному пространственно-временному континууму ЭУ могут являться следующие действия эксперта с целью преодоления противоречий⁴ [2 : 77]:

- эксперт вправе изменить
- координацию и взаимоположение объектов или их частей;
- протяжённость объектов или их частей;
- расстояния между объектами или их частями;
- углы между различными направлениями;
- количество координат, описывающих положение объекта или его частей;
- симметрию объекта или его частей;
- однородность и изотропность объекта или его частей;
- длительность пребывания объекта или его частей в определённом состоянии;
- последовательность пребывания объекта или его частей в определённом состоянии;
- время выполнения действий над объектом или его частями;
- порядок выполнения действий.

Устранение противоречий в информационно-педагогических системах: способы на основе процедуры контраргументации и технологии обучения по прецедентам

Приведённые выше шаги экспертной деятельности отвечают на вопрос «Что нужно сделать для преодоления противоречий?» А ответ на вопрос «Как это сделать?» можно получить, обращаясь к конкретным практическим способам преодоления противоречий. К сожалению, здесь не помогут классические алгоритмы ТРИЗ для преодоления противоречий, которых насчитывается более сорока для устранения технических противоречий и четыре группы приёмов для устранения физических противоречий – разделение противоречивых свойств в пространстве, разделение противоречивых свойств во времени, разделение противоречивых свойств с помощью системного перехода, разделение противоречивых свойств с помощью фазовых переходов [4 : 39, 51-55]. Несмотря на такое обилие уже разработанных способов преодоления ТРИЗ-противоречий, большинство из них применяется для решения инженерных, практико-ориентированных задач технического характера, которые, во-первых, имеют дело с объектами весьма ограниченной структуры, в которых отсутствуют многомерные связи между составляющими, а во-вторых, поведенческий компонент таких структур также не отличается разнообразием.

Информационно-педагогические системы требуют иных способов преодоления противоречий, в основе которых лежат более конкретные, но в то же время более универсальные, критерии оценки сложных систем, сформулированные в [9 : 39] как информационный метод творчества (ИМТ), причём эти критерии могут применяться для определения качества не только инженерных, но и широкого класса информационно-педагогических систем.

⁴ Отметим, что применительно к ЭОР необходимо использовать разнообразные свободные комбинации приведённых действий.



ческих систем. Совершенствование системы «считается завершённым, если:

- каждый объект (связь) в составе системы обладает самостоятельной ценностью, функциональностью и находится там и тогда, где он действительно необходим;
- структура системы оптимизирована по некоторому критерию (критериям) и, как правило, имеет иерархическое строение;
- потенциал каждого объекта полностью расходуется на качественное выполнение своей главной функции и дополнительных функций;
- масса, габариты, и потребляемые системой в течение жизненного цикла ресурсы имеют минимальное значение;
- проявляется новое системное качество, которое не принадлежит ни одному входящему в систему объекту;
- обеспечено оптимальное взаимодействие системы с окружением;
- реализуется или осваивается системой требуемое разнообразие управляющих воздействий;
- проявляется требуемое информационное разнообразие системы;
- имеется перспектива развития системы;
- цель создания и реальное функционирование системы соответствуют друг другу».

Какие противоречия являются наиболее распространёнными при рассмотрении информационно-педагогических систем? При ответе на этот вопрос будем опираться на концепцию полного дидактического цикла усвоения системы знаний или отдельных её компонентов, которая состоит из следующих шести фаз (цит. по [10 : 110]): 1) «Обнаружение незнания», осуществляемое в два этапа: актуализация структуры знания, что означает оценку познавательной ситуации, и обнаружение недостатка этого знания для выполнения проблемного задания; 2) «Освоение нового учебного материала» – предъявление нового фрагмента учебного материала и создание условий для его первичного усвоения: активное восприятие нового, выявление и осознание внутренних связей и отношений между элементами нового материала; 3) «Осознание приращения к знанию» – ликвидация незнания, происходящая в ходе сравнения цели с результатом; 4) «Применение нового учебного материала» – организация дальнейшего усвоения учебного материала до уровня, требуемого и возможного в данном цикле, применение знания в знакомой или новой для ученика познавательной ситуации; 5) «Присвоение нового знания» в актуальных ситуациях самостоятельного применения полученного знания путём превращения учебного материала в «интеллектуальную собственность» познающего субъекта, осознания его значимости; 6) «Осуществление обратной связи, самоконтроль» – коррекция взаимодействия пары «учитель – ученик», осуществляемая в соответствии с целями образовательного процесса: учитель корректирует свою деятельность, а ученик получает критерии для адекватной самооценки.

Существенными противоречиями, возникающими в информационно-педагогических системах (то есть в педагогических системах с ИКТ-поддержкой в виде ИОС, ЭОР, ЭУ и ЭФУ), считаются такие противоречия между компонентами системы, ко-

торые не позволяют полноценно, то есть с ощутимым результатом, осуществить полный дидактический цикл обучения. Это может происходить, когда, например, в ЭОР выпадают звенья, обеспечивающие прохождение учащимися той или иной фазы полного дидактического цикла в силу недостаточного объёма или качества учебного, в том числе для самостоятельной работы или контрольно-измерительного материала, слабой системы навигации, недостаточного учёта психофизических особенностей учащихся с различными познавательными стилями, слабыми дизайн-эргономическими характеристиками и пр.

Противоречия в системе, обнаруженные экспертами, считаются преодолёнными, а экспертное заключение обоснованным, когда эксперт предлагает, как уже отмечалось, не просто перечень «недостатков», то есть найденных им противоречий системы, а способы её совершенствования, среди которых рассмотрим два – на основе *процедуры контраргументации* и на основе *технологии обучения по прецедентам*, как наиболее надёжные, апробированные и отвечающие практическим потребностям субъектов образовательного процесса.

1. Способ на основе процедуры контраргументации как инструмент преодоления противоречий (более подробно см. в [11 : 24-34, 92]).

К этому способу прибегают в ходе формальной экспертизы, в тех случаях, когда противоречия «одномерны» – просты и очевидны, то есть легко выявляемы в результате первичного ознакомления экспертной группы с разработкой путём сравнения её параметров с соответствующими пунктами ТЗ на формальном уровне.

Под контраргументацией понимается процедура оспаривания, дискредитации экспертом элементов аргументации разработчиков ЭОР при тщательном анализе компонентов системы, в которых выявлены противоречия. Первое, что должен сделать эксперт – это поставить себя на место разработчика и *сформулировать причины появления обнаруженного несоответствия*, которые будут являться **аргументами** разработчиков ЭОР. Далее следует найти весомые **доводы**, которыми разработчики могли бы *объяснить появление этих причин*. Если таких доводов обнаружить не удастся, то эксперт смело может предлагать способы преодоления найденных противоречий или хотя бы указать в развёрнутой форме пути их преодоления, мотивировав тем самым разработчиков к устранению «нарушений».

Если доводы разработчиков всё же удаётся найти в самой системе или получить путём специального экспертного запроса, то самый продуктивный способ их анализа со стороны эксперта – это оспаривание этих доводов, поскольку согласно классической процедуре контраргументации опровержение аргумента оппонентов происходит не за счёт их голословного отрицания, а путём опровержения доводов, которые были приведены противоположной стороной для обоснования аргумента. Один из способов формулировки контрдоводов – это описание последствий, к которым может привести неустранимость этих противоречий. Другой способ – предложение экспертов по устранению нарушений – проиллюстрируем простейшим примером.

Пусть эксперт обнаружил, что полный дидактический цикл обучения не может быть завершён, поскольку в ЭУ нет инструментов осуществления самоконтроля и обратной связи. Фор-



мулируется противоречие между необходимостью осуществления самоконтроля и обратной связи и отсутствием инструментов для этих процедур. Пусть найдена самая тривиальная причина появления этого противоречия – отсутствие соответствующего пункта в ТЗ на разработку ЭУ, которая и является **аргументом** разработчика. Затем рассматриваются причины, по которым этот пункт не вошёл в ТЗ, формулируемые как **доводы**: это может быть упущением членов команды разработчиков, отвечающих за психолого-педагогические аспекты ЭУ, в силу слабой методической подготовки или, например, технические ограничения цифровой платформы, на которой предполагалось проектировать ЭУ. В обоих случаях эксперт предлагает пересмотреть ТЗ в части создания необходимых инструментов для самоконтроля и обратной связи, заменив часть команды на более компетентных методистов (в первом случае) или объявить конкурс на создание более универсальной цифровой платформы для ЭУ, которая поддерживала бы полный дидактический цикл обучения (во втором случае). Эти предложения эксперта формулируются как **контрдоводы**, опровергающие доводы разработчиков, что показывает неубедительность аргумента разработчиков об отсутствии данного пункта в ТЗ. Тем самым экспертное заключение не является констатирующим, а носит характер продуктивного – стимулирующего разработчиков к совершенствованию работы системы за счёт изначально более скрупулёзного отражения её характеристик в ТЗ.

2. Способ на основе технологии обучения по прецедентам как инструмент преодоления противоречий (более подробно см. в [10 : 105-109]).

К этому способу прибегают в тех случаях, когда противоречия между компонентами системы могут быть выявлены только в результате сложных содержательных экспертиз – технической или педагогической, а также в ходе апробации прототипов ЭОР в реальном учебном процессе (см. рис. 1). Поскольку в подобных случаях информационно-педагогические системы в полной мере проявляют свои синергетические свойства в рамках пространственно-временного континуума, выявление такого рода противоречий возможно только на «глубинном» уровне, а способы преодоления таких противоречий подобны научно-исследовательской деятельности, что требует от эксперта значительных затрат времени. Поэтому предлагаемый способ на основе технологии обучения по прецедентам может существенно облегчить задачу.

Прецедент можно рассматривать как некое ещё не доказанное утверждение, предшествующее процедуре его верификации, то есть положение, истинность которого необходимо подтвердить или опровергнуть путём осуществления процедуры экспертизы.

Содержательная экспертиза на основе технологии обучения по прецедентам включает полный экспертный цикл согласно «модели правдоподобных рассуждений», который аналогичен процессу исследования, включающего следующие этапы: порождение логических объяснений (этап абдукции), получение выводов по аналогии (этап дедукции), получение выводов на основе обобщения (этап эмпирической индукции), восстановление регрессии (этап принятия решения).

1. Порождение логических абдуктивных объяснений. На первом этапе экспертизы, относящемся к оценке экспертной ситуации, прецедент выступает в виде гипотезы или несколь-

ких гипотез, предлагающих возможные пути преодоления противоречия, которые могут быть известны одному или нескольким членам экспертной группы из прошлого опыта – что и придаёт этим гипотезам прецедентный характер. Этот этап называется *этапом абдукции*, то есть этапом выдвижения правдоподобной гипотезы, в которой заключено общее правило, согласно которому предполагается получить определённый прогнозируемый результат.

Далее подбираются частные случаи, или контекст, при которых выдвинутая гипотеза приводит (или может привести) к намеченному результату, то есть является верной. Если обнаруживается хотя бы один частный случай, который препятствует достижению намеченного результата, то выдвинутая гипотеза считается ложной. В результате этого этапа накапливаются частные случаи, или контекст, которые не противоречат выдвинутой гипотезе.

2. Получение выводов по аналогии. На данном этапе происходит проверка (верификация) гипотез путём получения выводов по аналогии методом дедукции – способом рассуждения от общих положений к частным выводам. Движение к прогнозируемому результату осуществляется путём перебора частных случаев, подобранных на предыдущем этапе: проверяется, приводит ли гипотеза, «пропущенная» через контекст, к предполагаемому результату, насколько убедительны частные случаи и достаточно ли их для получения этого результата.

3. Метод эмпирической индукции означает обобщение множества частных явлений и получение выводов на основе обобщения. Обобщение может происходить двумя путями: 1) обобщаются характеристики отдельных объектов и на основе этого делается общий вывод; 2) по каждому отдельному объекту делаются частные выводы, на основе обобщения которых получают общий вывод. Выбор того или иного способа обобщения зависит от конкретных условий задачи.

На этом этапе происходит проверка (верификация) результата на основе обобщения частных случаев методом индукции – вывод общего правила через подтверждение результата (факта, вывода, следствия) из установленных ранее частных случаев. Рассматриваются все частные случаи, которые выдержали испытание на предыдущем этапе. Путём их обобщения делается общий вывод. Если он совпадает с целью процедуры экспертизы, то есть с прогнозируемым результатом, то выдвинутая на этапе абдукции гипотеза (общее правило) считается верной.

4. Метод восстановления регрессии по эмпирическим данным. Под восстановлением регрессии понимается наиболее логически обоснованное (с точки зрения причинно-следственных связей) объяснение правдоподобности выдвинутой гипотезы по преодолению противоречия на основе накопленных данных наблюдения, то есть заключение гипотезы в «коридор» приемлемых интерпретаций, не противоречащих данным наблюдения. Целью регрессии является оптимизация принятия решения за счёт стремления воспользоваться прошлым позитивным опытом и избежать ошибок, допущенных ранее.

Иными словами, восстановление регрессии выступает как способ анализа ошибочных решений, вернее, способ, при котором происходит оценка выбранных предшествующих ситуаций на предмет их приемлемости для принятия решения в настоящем или будущем и предвосхищения или минимизации



возможных рисков получения неверного результата.

Приведём небольшой пример преодоления противоречия между необходимостью учёта познавательных стилей личности учащегося и отсутствием возможности цифровой платформы, на которой выполнен ЭУ, регулировать скорость предъявления учебного материала и обработки отклика пользователя. Пусть в результате педагогической апробации некоего ЭУ выяснилось, что учащиеся, которые относятся к группе «медленные + точные» [12 : 265-266], то есть такие, которым требуется большее время, чем всем остальным, на решение сложной учебно-познавательной задачи, которую в большинстве случаев они решают верно, не имеют достаточно времени на выполнение тренировочных упражнений в соответствующем блоке ЭУ, то есть поставлены в некомфортные условия на этапе отработки навыков и умений решения задач.

Казалось бы, разработчиками соблюдены все классические принципы построения мультимедийного ресурса, способствующие эффективному учебному процессу (принципы Р. Майера) [13]: принцип мультимедиа (обучение на основе слов и изображений эффективнее, чем на основе только слов); пространственный принцип размещения (связанные текст и изображения должны располагаться рядом); принцип размещения во времени (связанные слова и изображения должны предъявляться одновременно); принцип соответствия (избыточные слова, изображения и звуки должны быть исключены из материала); принцип модальности (эффективность анимации в речевом сопровождении выше, чем в сопровождении текста); принцип избыточности (эффективность выше при использовании анимации с речевым сопровождением, чем в сопровождении речи и текста); принцип индивидуальных различий (эффект выражен сильнее для обучаемых с низким уровнем первичных знаний). Однако последний принцип Майера, касающийся индивидуальных различий учащихся, не учитывает их индивидуальные познавательные стили, что и вызывает отмеченное выше противоречие. Каким образом найти решение проблемы? Воспользуемся технологией обучения по прецедентам.

Этап 1 (абдукция – выдвижение правдоподобной гипотезы). *Гипотеза 1*: необходимо, чтобы цифровая платформа ЭУ позволяла пользователю самому регулировать время выполнения тренировочных заданий с фиксацией времени выполнения. *Гипотеза 2*: необходимо, чтобы цифровая платформа ЭУ не имела временных ограничений в разделе тренировочных упражнений. *Гипотеза 3*: необходимо, чтобы цифровая платформа ЭУ сама подстраивалась под темп учащегося на основании данных своего «наблюдения» за его работой, изменяя этот темп по мере прохождения учащимся этапов решения одной задачи или набора однотипных задач. Для каждой выдвинутой гипотезы её авторы подбирают доказательную базу («большие данные»). Наибольшее число частных случаев, подтверждающих ту или иную гипотезу, может быть получено на этапе педагогической апробации в ходе наблюдения за учащимися с разным темпом работы с тренировочными упражнениями, создания для учащихся наиболее благоприятных условия работы, совместной с учителями и экспертами рефлексии и опроса мнений учащихся о наиболее комфортных для них условиях работы.

Этап 2 (дедукция – анализ экспертного контекста). На этом этапе следует верифицировать каждую гипотезу о временных характеристиках цифровой платформы ЭУ, что означает про-

верку, какая из выдвинутых гипотез является наиболее правдоподобной. Путём анализа познавательного контекста, то есть перебора частных случаев, полученных на предыдущем этапе, проверяется, какая из гипотез даёт наиболее ощутимый позитивный результат.

Этап 3 (промежуточная корректировка результатов экспертизы) позволяет экспертам сделать паузу в исследовании и проверить, насколько правильно выбрано направление поиска необходимого решения по преодолению противоречия путём сравнения прогнозируемого результата с достигнутым. На этом этапе происходит предварительный, первичный, «отсев» гипотез, явно противоречащих реально отобранному данным (контексту) по признакам *правдоподобно – возможно – ошибочно*. В нашем примере *Гипотеза 1* является возможной, но малоэффективной, *Гипотеза 2* – ошибочной, а *Гипотеза 3* – представляется наиболее правдоподобной.

Этап 4 (индукция – синтез компонентов будущего решения). Целью этого этапа является проверка (верификация) прогнозируемого результата на основе обобщения частных случаев методом индукции – вывода общего правила (гипотезы) из подобранных ранее частных случаев. Если это общее правило соответствует прогнозируемому результату, то выдвинутая на этапе абдукции гипотеза считается верной. Из трёх предложенных гипотез за правдоподобную может быть принята только *Гипотеза 3*, реализующая наиболее гибкие способы «подстраивания» системы под индивидуальный познавательный стиль учащихся, а *Гипотезы 1* и *2* отклоняются.

Этап 5 (восстановление регрессии – сопоставление полученных вариантов решения противоречия и анализ ошибочных вариантов). Во избежание ошибок вновь обращаются к *Гипотезе 1* и *Гипотезе 2*, которые были отклонены на Этапе 4. Восстановление регрессии в данном случае означает обращение к прежнему ходу мыслей, чтобы убедиться в безошибочности принятого решения. Помимо этого, делается вывод о том, что *Гипотеза 1* является прецедентом, приводящим к нежелательному результату, а *Гипотеза 2* является ложным прецедентом.

Этап 6 (обнародование результатов экспертизы). На последнем этапе результат экспертизы оформляется в виде экспертного заключения, в котором указывается перечень найденных противоречий и приводятся возможные способы их устранения. В рассматриваемом случае результат экспертизы можно сформулировать следующим образом: для того, чтобы на этапе выполнения тренировочных упражнений учащиеся с различными познавательными стилями и различным темпом выполнения заданий добивались успешных результатов, необходимо, чтобы цифровая платформа ЭУ сама подстраивалась под темп учащегося на основании данных своего «наблюдения» за его работой, изменяя этот темп по мере прохождения учащимся этапов решения одной задачи или набора однотипных задач. Для этого требуется построить цифровую платформу ЭУ по типу самообучающейся нейронной сети.

Полученные результаты

ЭОР – сложные информационно-педагогические системы, виртуальное пространство которых представляет собой пространственно-временной континуум. Он обладает пространственно-временными характеристиками, придающими системам, работающим в этом континууме, синергетические



свойства, которые должны учитываться экспертом при анализе этих систем.

PN-метод представляет собой способ поиска и выявления противоречий в работе системы, показывающих, насколько разработанная система удовлетворяет требованиям ТЗ.

В соответствии с *PN-методом* экспертиза базируется на выявлении противоречий между компонентами системы и связями как внутри неё – между её компонентами, так и вне её – при взаимодействии с окружающей средой (ИОС, условиями обучения, субъектами образовательного процесса, образовательными программами, учебными планами, предметным и метапредметным содержанием образования и пр.).

В качестве путей разрешения противоречий, выявленных с помощью *PN-метода*, предлагаются два способа – на основе процедуры контраргументации и на основе технологии обучения по прецедентам.

Способ на основе *процедуры контраргументации*, проводимой в ходе формальной экспертизы, заключается в анализе и ранжировании выявленных противоречий с точки зрения их воздействия на стабильность и эффективность работы системы в случае их неустранения. Каждое противоречие рассматривается как аргумент в пользу разработчика, то есть формулируется как объяснение причины его возникновения или наличия, причём важно, чтобы для подтверждения этого аргумента были приведены соответствующие доводы. Затем эксперт выдвигает контраргумент – формулирует его в форме причины, согласно которой он считает аргумент разработчика несостоятельным, а в качестве контрдоводов, подтверждающих свою позицию, приводит способы устранения этого противоречия.

К способу на основе *технологии обучения по прецедентам* прибегают в ходе содержательной экспертизы системы. Так же, как при использовании способа на основе процедуры контраргументации, он сводится к анализу и ранжированию выявленных противоречий с точки зрения их воздействия на стабильность и эффективность работы системы в случае их неустранения. Затем каждому противоречию присваивается статус некоего прецедента, то есть реального события, которое имеет или имело место. Далее осуществляется экстраполяция последствий в работе системы и выдвигаются гипотезы, которые проходят полный экспертный цикл согласно «модели правдоподобных рассуждений»: порождение логических объяснений (этап абдукции), получение выводов по аналогии (этап дедукции), получение выводов на основе обобщения (этап эмпирической индукции), восстановление регрессии (этап принятия решения).

Результаты экспертизы считаются продуктивными, если они носят конструктивный (результативный, созидательный) характер, то есть в них предлагаются способы разрешения противоречий, что доказывает не просто компетентность лиц, осуществляющих экспертизу, но и действительные возможности совершенствования работы системы. Если таковые способы экспертом не найдены и в экспертном заключении не предложены, то указанные противоречия считаются принципиально неразрешимыми по объективным причинам (по крайней мере, в текущих условиях), и разработанная система считается удовлетворяющей требованиям ТЗ с соответствующей степенью приближения, которая также должна быть указана в экспертном заключении. При этом эксперт должен подчеркнуть, что требования ТЗ завышены и их невозможно полностью реализовать. В этом случае производится

корректировка концепции ЭОР и вносятся исправления в первоначальный вариант ТЗ (см. рис.1), что в дальнейшем повлияет на конечный результат повторной разработки ЭОР.

Заключение

Таким образом, *PN-метод*, обеспечивая работу с ТРИЗ-противоречиями на системной, комплексной основе, обладает логической строгостью и большим потенциалом решения творческих задач, к которым в полной мере можно отнести экспертизу сложных информационно-педагогических систем – ЭОР в целом и ЭУ в частности. Тем самым *PN-метод* качественно отличается от ранее известных подходов, применяемых при традиционных способах экспертизы информационно-педагогических систем в виде ЭОР, ЭУ или ЭФУ, результатом которых являются экспертные заключения, основанные преимущественно на констатации негативных характеристик исследуемых ресурсов и не учитывающие наличие или отсутствие возможности их совершенствования за счёт устранения выявленных противоречий.

Предложенные способы устранения выявленных с помощью *PN-метода* противоречий, основанные на процедуре контраргументации и технологии обучения по прецедентам, являются эффективными инструментами эксперта в ходе проведения конструктивного анализа информационно-педагогических систем и предъявления результатов экспертизы.

Список использованных источников

- [1] Nikolaenko V. S., Grakhova E. A., Rakhimov T. R. Improving the Efficiency of the Educational Process Using Interactive Teaching Methods // SHS Web of Conferences. 2016. Vol. 28 RPTSS 2015 – International Conference on Research Paradigms Transformation in Social Sciences 2015. Article Number 01073. DOI: 10.1051/shsconf/20162801073
- [2] Шимукович П. Н. ТРИЗ-противоречия в инновационных решениях: *PN-метод*. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. 222 с.
- [3] Шимукович П. Н. У проблем есть решения! Системные основы формирования альтернатив. М.: ЛЕНАНД, 2015. 400 с.
- [4] Пчёлкина Е. Л. Детский алгоритм решения изобретательских задач (ДАРИЗ). СПб.: ИПК «Нива», 2010. 78 с.
- [5] Корчажкина О. М. Содержание и практика применения метапредметного подхода к смешанному обучению. Ногинск: Изд-во «АНАЛИТИКА РОДИС», 2017. 450 с.
- [6] Корчажкина О. М. Концепция когнитивного моделирования процесса создания открытых электронных образовательных ресурсов // Дистанционное и виртуальное обучение. 2015. № 10. С. 15-21. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24170116> (дата обращения: 14.09.19).
- [7] Шамова Т. И. Управление образовательными системами: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Т.И. Шамова, Т.М. Давыденко, Г.Н. Шибанова; под ред. Т.И. Шамовой. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 384 с.
- [8] Селевко А. Г. Современные информационно-технические средства в школе. М.: Народное образование, 2002. 48 с.
- [9] Шимукович П. Н. Информационный метод творчества:



- Информация, язык, семиотика, ТРИЗ на службе инноваций. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2017. 496 с.
- [10] Корчажкина О. М. Усвоение знаниевого компонента прецедент как метапредметной универсалии (на примере изучения разделов курса «Социальная информатика») // Дистанционное и виртуальное обучение, 2017. № 5. С. 104-118. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30079708> (дата обращения: 14.09.19).
- [11] Корчажкина О. М. Английский язык. 10-11 классы. Сочинение-рассуждение на ЕГЭ: практика аргументации: учебно-методическое пособие. Ростов н/Д: Легион, 2019. 192 с.
- [12] Холодная М. А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. М.: ПЕР СЭ, 2002. 304 с.
- [13] Mayer R. E. Multimedia learning (2nd ed). New York: Cambridge University Press, 2009. DOI: 10.1017/CBO9780511811678
- [9] Shimukovich P.N. *Informacionnyj metod tvorchestva: Informaciya, yazyk, semiotika, TRIZ na sluzhbe innovacij* [Information method of creativity: Information, language, semiotics, TRIZ at the service of innovation]. Knizhnyj dom «LIBROKOM», Moscow, 2017. (In Russ.)
- [10] Korchazhkina O.M. How to Understand a Knowledge Component Precedent as a Meta-Concept (through the Course in Social Informatics. *Distancionnoe i virtual'noe obuchenie*. 2017; (5):104-118. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30079708> (accessed 14.09.2019). (In Russ. abstract in Eng.)
- [11] Korchazhkina O.M. *Anglijskij yazyk. 10-11 klassy. Sochine-nie-rassuzhdenie na EGE: praktika argumentacii : uchebno-metodicheskoe posobie* [English language. 10-11 classes. Composition-reasoning on the exam: the practice of argumentation: a teaching tool]. Legion, Rostov on Don, 2019. (In Russ.)
- [12] Holodnaya M.A. *Kognitivnye stili. O prirode individual'nogo uma. Uchebnoe posobie* [Cognitive styles. About the nature of the individual mind]. PER SE, Moscow, 2002. (In Russ.)
- [13] Mayer R.E. *Multimedia learning (2nd ed)*. New York: Cambridge University Press, 2009. (In Eng.) DOI: 10.1017/CBO9780511811678
- Поступила 14.09.2019; принята к публикации 02.11.2019;
опубликована онлайн 23.12.2019.
- Об авторе:**
Корчажкина Ольга Максимовна, старший научный сотрудник Института кибернетики и образовательной информатики, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук (19333, Россия, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44-2), кандидат технических наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0020-4914>, olgakomax@gmail.com

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

- [1] Nikolaenko V.S., Grakhova E.A., Rakhimov T.R. Improving the Efficiency of the Educational Process Using Interactive Teaching Methods. *SHS Web of Conferences*. 2016; 28:01073. (In Eng.) DOI: 10.1051/shsconf/20162801073
- [2] Shimukovich P.N. *TRIZ-protivorechiya v innovacionnyh resheniyah: PN-metod* [TRIZ-contradictions in innovative solutions: PN-method]. LIBROKOM, Moscow, 2014. (In Russ.)
- [3] Shimukovich P.N. *U problem est' resheniya! Sistemnye osnovy formirovaniya al'ternativ* [Problems have solutions! The systemic basis for the formation of alternatives]. LENAND, Moscow, 2015. (In Russ.)
- [4] Pcholkina E.L. *Detskij algoritm resheniya izobretatel'skih zadach (DARIZ)* [Children's algorithm for solving inventive problems (DARIZ)]. IPK "Niva", SPb., 2010. (In Russ.)
- [5] Korchazhkina O.M. *Soderzhanie i praktika primeneniya metapredmetnogo podhoda k smeshannomu obucheniyu* [Content and practice of applying the meta-subject approach to blended learning]. ANALITIKA RODIS Publ., Noginsk, 2017. (In Russ.)
- [6] Korchazhkina O.M. The Cognitive Modeling Conception of Making Open Digital Resources for Education. *Distancionnoe i virtual'noe obuchenie*. 2015; (10):15-21. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24170116> (accessed 14.09.2019). (In Russ. abstract in Eng.)
- [7] Shamova T.I. (ed.) *Upravlenie obrazovatel'nymi sistemami* [Managing educational systems]. Akademiya Publ., Moscow, 2006. (In Russ.)
- [8] Selevko A.G. *Sovremennye informacionno-tekhniches-*

Submitted 14.09.2019; revised 02.11.2019;
published online 23.12.2019.

About the author:

Olga M. Korchazhkina, Senior Research Fellow of the Institute for Cybernetics and Informatics in Education, Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences (44-2 Vavilov St., Moscow 119333, Russia), Ph.D. (Technology), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0020-4914>, olgakomax@gmail.com

The author has read and approved the final manuscript.

