УДК 004.6

DOI: http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2017-3-57-65

Д.В. Кудрявцев¹, С.А. Костоусов²

¹Высшая Школа Менеджмента Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия
²Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

Применение инструментов для работы со знаниями в обучении на основе решения проблем: методология и ИТ-поддержка¹

Целью работы является разработка методологии применения инструментов для работы со знаниями в проблемно-ориентированном обучении, которая будет использована для формирования соответствующей информационно-образовательной среды. Актуальность работы обусловлена важностью проблемно-ориентированного обучения, а также возникновением множества инструментов и технологий для получения, структурирования и передачи знаний.

Традиционное образование ориентируется на передачу знаний в основном в рамках изучаемой области, однако меньше внимания уделяется развитию общих метакогнитивных способностей, в том числе решению проблем. При проблемно-ориентированном обучении получение знаний происходит за счет взаимодействия с окружающим миром и выработки собственных суждений. Эта образовательнам методика известна давно, но наша цель заключается в поддержке этого процесса за счет использования инструментов для работы со знаниями на разных этапах решения проблем.

Развитие доступности информации в XXI веке обуславливает необходимость продуцирования собственных знаний в процессе обучения, а не просто передачи информации. Компьютер должен использоваться как универсальное средство для работы со знаниями, с помощью которого происходит изучение мира, получение информации, организация и структурирование своих собственных знаний и представление их другим людям. В работе приведен теоретический обзор предыдущих исследований и текущего состояния в области проблемно-ориентированного обу-

чения и работы со знаниями. Нами исследованы инструменты по работе со знаниями на основе нескольких классификаций и выбраны наиболее подходящие из них для поддержки обучения на основе решения проблем. Предложено распределение инструментов работы со знаниями по этапам процесса решения проблем.

Нами был рассмотрен вопрос применения компьютерных средств и варианты создания информационной образовательной среды для реализации предложенных идей проблемно-ориентированного обучения и работы со знаниями. Более детально рассмотрен вариант реализации информационной образовательной среды на основе открытой системы электронного обучения MOODLE и шаблонов интеграции на примере общедоступных плагинов.

Возможности использования предлагаемого подхода продемонстрированы на реальных примерах. Демонстрация подхода включает внедрение выдвинутых предложений в курсы для школьников и студентов университета. Апробацию и предварительные результаты внедрения можно считать положительными, однако обоснование эффекта от предложенного подхода требует более полной и тщательной оценки, чему посвящены дальнейшие исследования.

Ключевые слова: обучение на основе решения проблем, инструменты знаний, инженерия знаний, технологии расширенного обучения, образовательная среда.

Dmitriy V. Kudryavtsev¹, Sergey A. Kostousov²

¹Graduate School of Management, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia ²Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

Application of knowledge tools in training, based on problems' solving: methodology and it support

The development of information accessibility in the 21st century necessitates the production of own knowledge in the learning process, and not just the transfer of information. The computer should be used as a universal tool for working with knowledge, which is the study of the world, information obtaining, the organization and structuring of their own knowledge and presentation to other people.

The aim of the work is to develop a methodology for the use of tools for working with knowledge in problem-based learning, which will be used to form an appropriate information and educational environment. The relevance of the paper is due to the importance of problem-based learning, as well as the emergence of many tools and technologies for obtaining, structuring and transferring knowledge.

Traditional education focuses on the transfer of knowledge mainly in the study area, but less attention is paid to the development of common metacognitive abilities, including problems' solving. With problem-based learning, knowledge is acquired through interaction with the surrounding world and the development of one's own judgments. This educational methodology has been known for a long time, but our goal is to support this process by using tools for working with knowledge at different stages of problems' solving. The paper provides a theoretical overview of previous studies and the cur-

rent state of the problem-based learning area and work with knowledge. We have studied knowledge management tools based on several classifications and selected the most suitable ones to support problem-based learning. The distribution of work tools with knowledge on the stages of the problem-solving process is proposed.

We have considered the use of computer tools and options for creating an informational educational environment for implementing the proposed ideas of problem-based learning and working with knowledge. A more detailed consideration is given to the implementation of the information educational environment based on the open system of e-learning MOODLE and integration templates using public plug-ins as an example.

The possibilities of using the proposed approach are demonstrated on real examples. Demonstration of the approach includes the introduction of proposals in the courses for pupils and students of the University. Approbation and preliminary results of implementation can be considered positive, but the justification of the effect from the proposed approach requires a more detailed assessment, which further studies are devoted to.

Keywords: problem-based learning, knowledge tools, knowledge management, technology-enhanced learning, learning environment.

 $^{^{1}}$ Работа выполнена при поддержке гранта РНФ, проект 15–18–30048.

Введение

Проблемно-ориентированное обучение позволяет не просто передавать и получать знания, а направлено на развитие способностей учащихся ставить и решать актуальные проблемы, используя знания из одной или нескольких предметных областей. Обучение в данном случае сконцентрировано на получении необходимой для решения проблем информации самими студентами и выработке ими собственного решения, актуализируя полученные сведения. Преподаватель же выступает в роли наставника, осуществляющего мониторинг и обеспечивающего нужное направление дискуссии [1, 2, 3]. Применение решения проблем в процессе обучения поможет в получении знаний учеником, позволит индивидуализировать процесс обучения, а также будет формировать компетенции учащихся. Компьютерные системы, в данном случае, должны служить катализатором приобретения знаний, умений и навыков.

Информатизация в сфере образования создает предпосылки для внедрения в обучение новых средств и методик, позволяющих интенсифицировать учебный процесс и реализовать идеи развивающего обучения [4]. Однако применение информационных технологий в образовании не должно ограничиваться лишь использованием телекоммуникационного канала передачи информации. Технологии должны давать возможность учащимся конструировать собственные знания. Взаимодействие учащегося с компьютером (в том числе с различными мобильными устройствами) может быть передано в том или ином объеме в ведение самих обучаемых, вместо следования заранее запрограммированной учителем схеме. Компьютер в данном случае можно использовать как универсальный инструмент для работы со знаниями, с помощью которого происходит изучение мира, получение информации, организация и структурирование своих собственных знаний и представление их другим людям [5].

Целью работы является разработка среды, в которой учащимся будет предоставлена возможность решать проблемы с использованием инструментов для работы со знаниями. Во-первых, работа со знаниями позволит ученику более эффективно осуществить конструирование собственных знаний. Во-вторых, работа со знаниями поможет при передаче знаний от преподавателя ученику, сделав процесс более наглядным и понятным, поскольку проблемно-ориентированный подход не является в полном смысле альтернативой лекционным занятиям, но дополняет их.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- анализ и обобщение методологии применения решения проблем в качестве обучающего инструмента;
- определение инструментов работы со знаниями, поддерживающих различные этапы решения проблемы;
- обзор программных средств и разработка рекомендаций по созданию информа-

ционно-образовательной среды для обучения при помощи решения проблем с применением технологий управления знаниями.

1. Обучение на основе решения проблем

Решение проблем, как правило, является одним из наиболее важных когнитивных навыков, как в повседневной жизни, так и в профессиональной. Проблемой мы будем считать некоторую задачу, требующую изучения и последующего решения [2]. Однако, не всегда проблемы и их решения очевидны: необходимо учесть понять контекст, правила, применимые для решения, определить целевое состояние.

Можно выделить хорошо плохо структурированные проблемы. Описание и систематизация типов проблем по степени их структурированности были проведены нами в работе [6]. Концептуальная понятия «проблема» представлена на рис. 1. В предыдущих исследованиях [1, 2, 3, 7, 8] приводятся различные способы выделения этапов в процессе решения проблемы. Выбранное нами деление на этапы основано на том, какая информация используется и какие знания можно продуцировать на каждом из этапов.

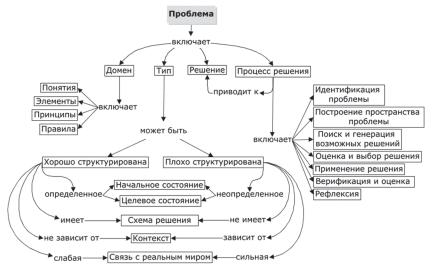


Рис. 1. Концептуальная карта понятия «проблема»

В качестве примера хорошо структурированной проблемы можно привести написание учебного программного приложения, где понятны входные и выходные данные и есть общий алгоритм, но возможны разные варианты его реализации и оптимизации. В области биологии хорошо структурированной проблемой можно считать определения генотипа родителей по фенотипу потомков. В обоих примерах есть набор принципов и правил, исходя из специфики области, и есть познаваемое верное решение, более того есть описанные схемы решений сходных проблем. Однако в реальной жизни редко можно встретить полное отсутствие влияние неизвестных факторов и полную и достаточную информацию для принятия решений. Примером плохо структурированной проблемы может служить разработка предложений по оптимизации работы предприятия, основываясь на неполном наборе данных о нём. Также, например, проблемой может быть необходимость улучшения некоторого известного алгоритма новым, неизученным способом. В этих случае непонятен конечный результат, а также от чего он зависит или не зависит. Также можно отметить неполноту или недостоверность части информации.

Исследования о применении проблем в качестве обучающего инструмента проводятся примерно с 70-х годов прошлого века. Наиболее актуальны и интересны недавние работы с экспериментальными данными о внедрении. Например, исследование [7] посвящено разработке методологии проектирования некомпьютерных учебных сред, основанных на решении проблем. В качестве ключевых компетенций помимо знаний изучаемых областей выступают такие навыки, как поиск решений, саморегулирование обучения и рефлексия образовательного процесса. В работе

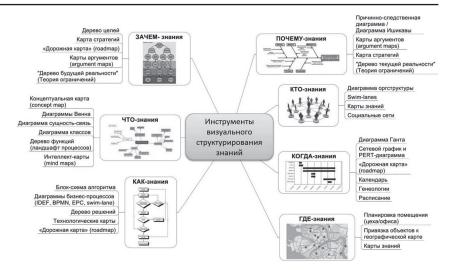


Рис. 2. Классификация инструментов визуального структурирования знаний [10]

описаны эксперименты с разделением учеников на группы традиционного обучения и группы, где применялась предложенная методология. Результаты исследования показывают, что итоговые оценки тестирований и экзаменов были выше для второй группы. Кроме того, учащиеся, прошедшие обучение с использованием решения проблем, и в будущем продемонстрировали более высокие результаты обучения, а также лучшие навыки в области адаптации и коммуникании

В работе [8] внимание уделяется методам поддержки решения проблем с применением информационных сред. Были исследованы и определены основные направления поддержки со стороны преподавателя на различных этапах решения учебных проблем и разработан шаблон применекомпьютерных средств для осуществления поддержки. Полученные результаты также показывают эффективность решения проблем как образовательного метода.

2. Инструменты работы со знаниями в обучении решению проблем

В предыдущих исследованиях были описаны возможности усиления информационных сред ориентированных на решение проблем с помощью компьютерных средств. Однако в этих работах не были рассмотрены инструменты для работы со знаниями, которые позволят ученикам конструировать собственные знания. Применение таких инструментов будет способствовать глубокому усвоению знаний и пониманию, а не только воспроизведению из памяти того, что было получено от преподавателя или другого источника знаний. Такие инструменты помогают упорядочить действия учащихся в процессе организации и представления своих знаний. Активность действий учащихся проявляется не в том, что они активно слушают, а затем отображают один правильный взгляд на реальность, а в том, что они взаимодействуют с окружающей средой, чтобы создать свой собственный взгляд на предмет [5]. Использование инструментов структурирования знаний позволяет их визуализировать, что способствует интуитивному пониманию темы [9]. Обзор инструментов визуального структурирования знаний представлен в [10], для разного типа знаний можно выбрать наиболее подходящий инструмент (рис. 2).

Нами был предложена схема (шаблон) применения инструментов и методов по работе

Таблица 1

со знаниями на этапах решения проблем различного типа: выбраны инструменты визуального структурирования и представления знаний, а также инструменты для получения и накопления знаний. Впервые данная схема была нами представлена в работе [11], потом она была обновлена в [12] и имеет вид, представленный в таблицах 1 и 2, а также в обобщенном виде на рис. 3. Выбор инструментов для работы со знаниями был основан на обзорах [10, 13, 14, 15, 16, 17]. Критерием выбора инструментов служило то, какие знания необходимы на том или ином этапе решения. Также выбирались те инструменты, которые просты в освоении и не требуют большого количества времени на изучения, поскольку являются вспомогательными.

Прежде всего, обучающиеся должны определить проблему. Для понимания характера проблемы можно использовать интеллектуальные карты. Если решение проблем происходит в группе, то возможны техники коллективного обсуждения, например, мозговой штурм.

Затем должно быть построено пространство проблемы: изучение схожих проблем, описанных в кейсах, поможет установить отношения между элементами и понятиями проблемы, а концептуальные карты могут визуализировать эти отношения. Для плохо структурированных проблем мы должны также учитывать контекст, поэтому будет полезен более детальный анализ причин проблем и их последствий, а также факторов влияния. Для этого могут быть использованы причинноследственные модели.

На этапе генерации или поиска решений также необходимо рассмотреть похожие проблемы, способы их решения и использованные правила, которые могут быть применены для решаемой проблемы. Если целевых состояний у плохо

Соответствие визуальных инструментов структурирования знаний этапам решения проблем различного типа

Этап решения проблемы	Хорошо структурированные проблемы	Плохо структурированные проблемы
1. Идентификация проблемы	Интеллектуальные карты (Интеллект-карты, mind maps)	
2. Построение пространства проблемы	Концептуальные карты	
	_	Причинно- следственные модели
3. Поиск и генерация	Деревья решений	
возможных решений	_	Деревья целей
4. Оценка решений и выбор оптимального	_	Карты аргументов
5. Применение решения	Диаграммы для планов проектов (Гантт и т.п.) Диаграммы процессов	
6. Верификация и оценка	Карты аргументов	
7. Рефлексия	Интеллектуальные карты (Интеллект-карты, mind maps)	

Таблица 2 Соответствие инструментов для получения и накопления знаний этапам решения проблем различного типа

Этап решения проблемы	Хорошо структурированные проблемы	Плохо структурированные проблемы
1. Идентификация проблемы	Мозговой штурм	
2. Построение пространства проблемы	Библиотека примеров решений	Библиотека кейсов
3. Поиск и генерация возможных решений	Составление таблицы решений	
	Анализ средств и целей	Мозговой штурм
4. Оценка решений и выбор оптимального	Применение таблицы решений	
	Многокритериальная оптимизация	Многокритериальное оценивание
5. Применение решения	Симуляции	
6. Верификация и оценка	Постфактумный анализ	
7. Рефлексия	Извлеченные уроки	

структурированной проблемы несколько, то оправдано применение дерева целей. Как хорошо, так и плохо структурированные проблемы могут иметь несколько путей решения - в этом случае следует применить деревья решений для их визуализации, а составление таблицы решений поможет формализовать полученные знания. Для хорошо структурированных проблем может быть использован анализ средств и целей - будет понятно, как достичь целевого состояния, однако для плохо проблем структурированных

лучше использовать менее формальные инструменты для генерации решения, такие как, например, мозговой штурм.

Оценка сгенерированных решений и выбор оптимального для хорошо-структурированных проблем в общем случае не требует специалиинструментов зированных структурирования знаний: либо существует только одно корректное решение, либо решения можно сравнить с помощью явных показателей, таких как время или ресурсы, и выбрать оптимальное. Также можно оценить выбран-

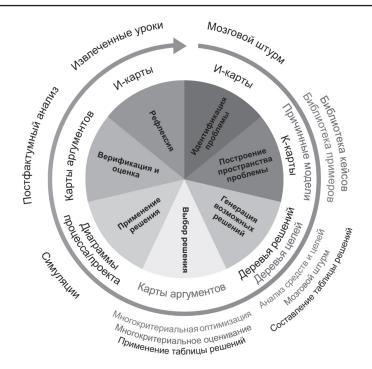


Рис. 3. Схема применения инструментов для работы со знаниями в процессе решения проблем

ную схему решения. В рамках работы над плохо структурированной проблемой могут быть выработаны качественно разные решения, представленные разными обучающимися и приводящие к разным целевым состояниям. Для оценки и выбора наилучшего из них в рамках контекста решаемой проблемы применимы карты аргументов, а создание таблиц принятия решения поможет обобщить опыт.

На этапе применения решения может помочь его визуальное описание: например, диаграммы планов проекта, где указываются задачи, временные рамки и участники, ответственные за их решение, и диаграммы процессов. Для обоих типов проблем мы можем моделировать решение через симуляции, если это возможно.

Для верификации и оценки решения и его результатов можно применить карту аргументаций для формализации плюсов и минусов полученных результатов и провести постфактумный анализ, который можно считать своеобразным «разбором полётов».

Учебный процесс не останавливается после применения решения. Знания следует закрепить и обобщить: сформулировать выученные уроки, представить результаты в виде интеллектуальной карты.

Обобщение предложенного подхода представлено в виде схемы на рис. 3 (черный

шрифт — инструменты, применимые для любого типа проблем; красный — инструмент больше подходит для плохо структурированных проблем; синий — для хорошо структурированных проблем).

3. ИТ-поддержка предлагаемого подхода

Для поддержки применения инструментов по работе со знаниями нами был выполнен обзор различных компьютерных программ, которые могут быть использованы в обучении. ИТ-поддержка может быть основана как на специальных самостоятельных программных средствах (табл. 3), так и на встроенных (табл. 4).

Кроме специализированных самостоятельных программных средств для структурирования знаний, могут использоваться средства встроенные в LMS-системы, например, в Moodle (табл. 4). На основе плагинов для интеллектуальных карт можно также реализовать построение карт аргументов, используя работа с цветом, и деревьев решений, придерживаясь при построении строгой иерархической структуры.

 $\it Taблица~3$ Программные средства для визуального структурирования знаний

Инструменты работы со знаниями	Программные средства	
Общие инструменты для диаграмм	Microsoft Visio, Gliffy, Omnigraffle	
Интеллектуальные карты	Xmind, MindManager, Coogle, FreeMind	
Концептуальные карты	CmapTool, Inspiration	
Карты аргументаций	Argumentative, Reason!Able, Athena, Debatabase	
Деревья решений	PrecisionTree, Flying Logic	
Диаграммы проектов	Microsoft Project	
Диаграммы процессов	Microsoft Visio	

Таблица 4

Плагины в системе Moodle для визуального структурирования знаний

Инструменты работы со знаниями	Названия плагина	Тип плагина
Интеллектуальные карты	Mind Map	Activities
	Advanced MindMap	Activities
	Mappa	Activities
Концептуальные карты	Concept Map	Question Type
Диаграммы проектов	Timeline Widget	Filters
Диаграммы процессов	Flowhart	Filters

Совместно используя эти плагины с чатом, можно провести дистанционный мозговой штурм. Плагин для концептуальных карт можно применять для построения причинных моделей, заменим отношения между узлами на «+» в случае прямой корреляции между причиной и следствием и на «-» в случае обратной.

Для извлечения и сбора знаний также возможно применение компьютерных инструментов. Для создания и сохранения вербальных моделей (мозговой штурм, описания кейсов, постфактумный анализ, выученные уроки) возможно применение общеизвестных средств, такие как чаты, блоги и форумы. Возможно применение и специализированных: Compendium для мозгового штурма, Lessons Management Hub для извлеченных уроков. Для симуляций может быть использован инструмент AnyLogic.

Реализовать среду можно разными способами: набор различных инструментов, интегрированная собственная разработка либо внедрение инструментов в существующую систему управления обучением. Гетерогенная среда может быть легко развернута путем независимой установки компонент. Однако в такой среде возникают трудности для поддержки со стороны преподавателя, а также при коллаборации учащихся. Вариант полностью собственной разработки предполагает высокую сложность реализации и, как следствие, стоимость, а также дублирование информации в системе таких сущностей, как ученик, преподаватель, курс и т.д. Вариант реализации с помощью системы управления обучением предполагает использование уже готовой информационной модели всего учебного процесса, а также имеет возможности для коллективных решений и поддержки преподавателем внутри

62

среды. Интеграция может быть осуществлена через внешние соединения (API), что предполагает зависимость от внешних сервисов и канала связи, либо с помощью установки плагинов. Нами был апробированвариант интеграции с помощью плагинов, так как к его достоинствам можно отнести простоту реализации, а также широкие возможности поддержки со стороны преподавателя.

4. Апробация подхода

Предложенный подход сейчас находится на стадии первой апробации, решение проблем в качестве инструмента обучения используется нами в двух группах учащихся:

- группа 1: учащиеся дополнительных курсов по разработки программного обеспечения (АИШ СПбПУ) школьники 8-9 классов;
- группа 2: студенты вуза, изучающие курс «Технологии бизнес-инжиниринга» (магистры первого года кафедры КИТ СПбПУ) и похожий курс «Архитектура предприятия» (бакалавры последнего года ВШМ СПбГУ).

В первую группу входят школьники 14-15 лет, которые учатся программированию и имеют курсовой проект. Они должны выбрать хорошо структурированную проблему и попытаться решить ее. Для поддержки этого процесса учащимся предлагается создать интеллект карту, чтобы упростить понимание решаемой проблемы и замотивировать на её решение. Затем проводится обзор примеров по решению подобных проблем для того, чтобы понять схему её решения. После того, как информационная модель программы была построена, студенты могут применять анализ средств и целей для создания эффективного и оптимизированного алгоритма. Если ученики не реализуют его, они могут выбрать первое придуманное рабочее решение без сравнения альтернативных схем решения. По окончании следует провести общий постфактумный анализ между всеми учениками.

Студенты изучают технобизнес-инжиниринга и архитектуру предприятия с помощью семестрового проблемно-ориентированного проекта. Они должны выбрать одно предприятие, найти узкие места или неиспользованные возможности в текущем состоянии предприятия, предложить и обосновать решение, а также технологию его реализации. Эта проблема относится плохо-структурированным. Студенты создают модели архитектуры предприятия на этапах анализа и синтеза решения проблем. Для построения и обобщения знаний о предприятии и лучшего понимания контекста, ученикам как и в первом случае предлагается применить интеллект карту. Студенты создают причинно-следственные проблем и целей (карта стратегий), связанные с другими моделями предприятия. Обзор существующих решений для подобных проблем и работа с библиотекой кейсов и обсуждение в формате мозгового штурма могут помочь в поиске решения. Поскольку эта проблема плохо структурирована, то возможны множественные решения, так как мы не можем знать идеальное целевое состояние для предприятия. Карта аргументов может помочь выбрать лучшее решение и развить навыки рассуждения и защиты своей точки зрения. После того, как решение было принято, студенты должны консолидировать собранные знания, сформулировав уроки.

Выполненные учениками модели содержат типовые [17] ошибки: нарушение иерархии, несбалансированность, неверная категоризация. Это обуславливает необходимость поддержки преподавателем процесса работы со знаниями,

поскольку курсы направленны в первую очередь на овладение дисциплиной, а не методами работы со знаниями. Осуществлять поддержку удобнее в интегрированной среде, поскольку можно использовать некоторые заготовки моделей, созданные преподавателем и выгруженные в среду, а также иметь онлайн доступ к моделям учеников с возможностью их редактирования.

По окончании курсов нами был проведен опрос об исинструментов пользовании по работе со знаниями среди обучающихся. Более 70% отметили полезность их применение, при этом 25% отметили дополнительную нагрузку при их использовании. Из визуальных инструментов в качестве наиболее полезных слушатели интеллектуальные отметили карты (87%) и карты аргументации (62%), а также мозговой штурм и обзор кейсов и лучших практик из инструментов второй группы. Все слушатели отметили, что будут использовать некоторые инструменты в дальнейшем, но 25% обучающихся будут применять их только в рамках учебной деятельности.

Стоит отметить, что использование инструментов для работы со знаниями и построение моделей — дополнительная когнитивная нагрузка. Однако ожидаемый эффект улучшения как навыков обучения и саморегуляции, так и более глубокое понимание предметной области, на наш взгляд, оправдывает их применение. Дальнейшие исследования будут направлены на более полное доказательство предложенного подхода.

Заключение

В работе проанализиропроблемно-ориентирован ванный подход к обучению и даны рекомендации по его применению. Исследованы особенности решения хорошо и плохо-структурированных проблем. Проведен обзор инструментов для работы со знаниями и даны рекомендации по их использованию процессе решения проблем – предложена привязка инструментов к этапам. Рекомендации учитывают степень структурированности проблемы. Выполнен обзор программных средств для поддержки работы со знаниями и предложены варианты создания информационно-образовательной среды: использование слабосвязанных гетерогенных продуктов и создание интегрированной среды на основе системы Moodle и её плагинов. Продемонстрированы возможности применения подхода для двух типов проблем на примере двух учебных курсов.

Полученные результаты можно будет применить при разработке программ дистанционных курсов и подготовке очных занятий, как для школьников, так и для студентов, а так же для накопления и передачи знаний в компаниях и подготовки новых сотрудников. Дальнейшие исследования направлены на более детальное изучение процессов решения проблем, способов поддержки этих процессов, а также на оценку эффективности предложенных методов по сравнению с традиционными подходами.

Литература

- 1. Искренко Э.В., Полтон Т.А. Проблемноориентированное обучение: особенности методики преподавания в Великобритании (на примере St. GeorgeuniversityofLondon, greatBritain). Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. 2008. С. 214—218.
- 2. *Jonassen D.H.* Toward a design theory of problem solving. Educational technology research and development, 2000. No. 48.4. P. 63–85.
- 3. *Jonassen D.H.* Learning to solve problems: An instructional design guide. John Wiley & Sons, 2004.
- 4. *Ю. Калонтаров, П. Кандов*. Основные направления и тенденции использования информационных технологий в образовании. STUDIA. 2014. No.5. C. 70–75.
- 5. *D.H. Jonassen*. Computers as cognitive tools: Learning with technology, not from technology // Journal of Computing in Higher Education, Journal of Computing in Higher Education, 1996. No. 2. P. 117–131.
 - 6. Костоусов С.А., Кудрявцев Д.В. Системати-

References

- 1. Iskrenko E.V., Polton T.A. Problemno-orientirovannoe obuchenie: osobennosti metodiki prepodavaniya v Velikobritanii (na primere St. GeorgeuniversityofLondon, greatBritain). Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Istoriya. Politologiya. 2008. P. 214–218
- 2. *Jonassen D.H.* Toward a design theory of problem solving. Educational technology research and development, 2000. No. 48.4. P. 63–85
- 3. *Jonassen D.H.* Learning to solve problems: An instructional design guide. John Wiley & Sons, 2004.
- 4. *Yu. Kalontarov, P. Kandov.* Osnovnye napravleniya i tendentsii ispol'zovaniya informatsionnykh tekhnologii v obrazovanii. STUDIA. 2014. No.5. P. 70–75.
- 5. *D.H. Jonassen*. Computers as cognitive tools: Learning with technology, not from technology // Journal of Computing in Higher Education, Journal of Computing in Higher Education, 1996. No. 2. P. 117–131.
 - 6. Kostousov S.A., Kudryavtsev D.V. Sistemati-

- зация обобщенных типов проблем по степени их структурированности для создания информационно-образовательных сред, ориентированных на решение проблем // Информатика и кибернетика (ComCon-2016). Сборник докладов студенческой научной конференции ИКНТ СПбПУ Петра Великого, 2016. С. 253—255.
- 7. E. De Corte, L. Verschaffel, C. Masui. The CLIA-model: A framework for designing powerful learning environments for thinking and problem solving // European Journal of Psychology of Education, 2004. No. 19.4. P. 365–384
- 8. *Kim M.C.*, *Hannafin M.J.* Scaffolding problem solving in technology-enhanced learning environments (TELEs): Bridging research and theory with practice // Computers & Education, 2011. No. 56.2. P. 403–417.
- 9. *Mayer R.E.* Models for understanding. Review of Educational Research, 1989. No. 59.1. P. 43–64.
- 10. Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Лещева И.А., Павлов Я.Ю. Об одном методе классификации визуальных моделей. // Бизнес-информатика. 2013. No. 4.26. C. 21—34.
- 11. Костоусов С.А., Кудрявцев Д.В. Инструменты и методы работы со знаниями для обучения решению проблем различного типа // Седьмая международная конференция по когнитивной науке. Тезисы докладов, 2016. С. 344—345.
- 12. *Kostousov S., Kudryavtsev D.* The design of the framework of using knowledge tools for teaching problem-solving. The 12th International Forum on Knowledge Assets Dynamics. Accepted poster.
- 13. *Jonassen D.H.* Instructional design models for well-structured and III-structured problem-solving learning outcomes //Educational Technology Research and Development. 1997. T. 45. No. 1. C. 65–94.
- 14. *D.H. Jonassen*. Tools for representing problems and the knowledge required to solve them. In Know ledge and information visualization Springer Berlin Heidelberg, 2005. P. 82—94.
- 15. R. Young. Knowledge management tools and techniques manual // Asian Productivity Organization, 2010.
- 16. *D. Kudryavtsev, T. Gavrilova*. From Anarchy to System: A Novel Classification of Visual Knowledge Codification Techniques. Knowledge and Process Management, 2017. No. 24.1 P. 3–13.
- 17. Гаврилова Т.А., Лещева И.А., Страхович Э.В. Об использовании визуальных концептуальных моделей в преподавании. Вестник Санкт-Петербургского университета, Серия 8, Менеджмент, 2011. Р. 124—147.

- zatsiya obobshchennykh tipov problem po stepeni ikh strukturirovannosti dlya sozdaniya informatsionno-obrazovatel'nykh sred, orientirovannykh na reshenie problem // Informatika i kibernetika (ComCon-2016). Sbornik dokladov studencheskoi nauchnoi konferentsii IKNT SPbPU Petra Velikogo, 2016. P. 253–255.
- 7. E. De Corte, L. Verschaffel, C. Masui. The CLIA-model: A framework for designing powerful learning environments for thinking and problem solving // European Journal of Psychology of Education, 2004. No. 19.4. P. 365–384
- 8. *Kim M.C.*, *Hannafin M.J.* Scaffolding problem solving in technology-enhanced learning environments (TELEs): Bridging research and theory with practice // Computers & Education, 2011. No. 56.2. P. 403–417.
- 9. *Mayer R.E.* Models for understanding. Review of Educational Research, 1989. No. 59.1. P. 43–64.
- 10. *Gavrilova T.A.*, *Kudryavtsev D.V.*, *Leshcheva I.A.*, *Pavlov Ya.Yu*. Ob odnom metode klassifikatsii vizual'nykh modelei. // Biznes-informatika. 2013. No. 4.26. P. 21–34.
- 11. Kostousov S.A., Kudryavtsev D.V. Instrumenty i metody raboty so znaniyami dlya obucheniya resheniyu problem razlichnogo tipa // Sed'maya mezhdunarodnaya konferentsiya po kognitivnoi nauke. Tezisy dokladov, 2016. P. 344–345.
- 12. Kostousov S., Kudryavtsev D. The design of the framework of using knowledge tools for teaching problem-solving. The 12th International Forum on Knowledge Assets Dynamics. Accepted poster.
- 13. *Jonassen D.H.* Instructional design models for well-structured and III-structured problemsolving learning outcomes //Educational Technology Research and Development. 1997. T. 45. No. 1. P. 65–94.
- 14. *D.H. Jonassen*. Tools for representing problems and the knowledge required to solve them. In Know ledge and information visualization Springer Berlin Heidelberg, 2005. P. 82–94.
- 15. *R. Young.* Knowledge management tools and techniques manual // Asian Productivity Organization, 2010.
- 16. *D. Kudryavtsev, T. Gavrilova*. From Anarchy to System: A Novel Classification of Visual Knowledge Codification Techniques. Knowledge and Process Management, 2017. No. 24.1 P. 3–13.
- 17. *Gavrilova T.A.*, *Leshcheva I.A.*, *Strakhovich E.V.* Ob ispol'zovanii vizual'nykh kontseptual'nykh modelei v prepodavanii. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta, Series 8, Menedzhment, 2011. P. 124–147.

Сведения об авторах

Дмитрий Вячеславович Кудрявцев

Высшая Школа Менеджмента Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия Эл. noчma: dmitry.ku@gmail.com

Тел.: 8 (911) 739-02-48

Сергей Андреевич Костоусов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

Эл. nouma: sergkosto94@gmail.com

Information about the authors

Dmitriy V. Kudryavtsev

Graduate School of Management, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia E-mail: dmitry.ku@gmail.com

Tel.: 8 (911) 739-02-48

Sergey A. Kostousov

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia E-mail: sergkosto94@gmail.com