

Колесников Алексей Евгеньевич

Кандидат технических наук, доцент кафедры управления системами безопасности жизнедеятельности, *ORCID: 0000-0003-2366-1920, Одесский национальный политехнический университет, Одесса*

ЗАДАЧИ АДАПТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ОБУЧЕНИЯ

Аннотация. Разработана модель взаимодействия объекта и субъекта обучения на основе метода адаптивного настраивания системы. Создание такой проактивной модели управления позволяет учитывать остаточные знания студентов при изучении курсов различной длительности и разрабатывать индивидуальные траектории обучения для студентов с различным уровнем подготовки. При этом необходимо учитывать возможность изменения учебных курсов в зависимости от остаточных знаний обучаемого – для углубленного или повторного изучения.

Ключевые слова: адаптационная модель; компетенции; индивидуальная траектория обучения; остаточные знания; компетентностный подход; информационные технологии

Введение

Развитие информационных технологий и компьютерных систем технического, образовательного, социального назначения создает предпосылки для перехода к обществу знаний, в котором вместе с ростом конкуренции на рынке труда возникает запрос на получение качественного профессионального образования на протяжении всей жизни для каждого человека [1]. Знания, информация и компьютерные технологии в информационном обществе становятся главным интеллектуальным ресурсом, объемы и темпы генерирования которого непрерывно и резко возрастают [2].

Применение проектного подхода, как основы управления изменениями в любых системах, ориентирует любую деятельность, в том числе и в образовательных проектах, на проактивные (с упреждением) схемы управления системой «человек - машина - среда» за счет использования моделей, отражающих существенные свойства составных элементов данной системы [3].

Постановка проблемы

Переход от реактивного к проактивному управлению в системах обучения на основе адаптации к возможностям обучаемого определяет новую современную парадигму технологии управления информационным обеспечением систем компьютерного обучения [3]. При этом наряду с известными процессами управления знаниями, как совокупностью процессов сбора, создания, обработки, обобщения, распространения и использования знаний, необходимым является разрешение существенного противоречия систем

обучения относительно эффективности коммуникаций между носителем знаний и обучаемым [4 - 6]. В такой постановке проект создания систем компьютерного обучения трансформируется в технологию информационного обеспечения с элементами интеллектуального управления и адаптации коммуникационного канала «человек - машина» [7].

Цель статьи

Задача исследований состоит в разработке модели управления технологией информационного обеспечения систем компьютерного обучения с учетом обратной связи, формируемой в виде оценки результатов обучения в динамике взаимодействия носителя знаний и обучаемого [8].

Внедрение систем адаптивного управления обучением приводит к сокращению времени на обучение, снижению случаев дублирования изучаемого материала, уменьшению затрат на обучение [9]. При этом за счет индивидуализации процесса обучения становится возможным выстраивание индивидуальной траектории развития и обучения индивида. При этом можно ожидать повышения эффективности обучения за счет учета специфических особенностей обучаемых [10].

Анализ публикаций

Создание информационных технологий обучения сопряжено с перестройкой всей системы управления учебными заведениями [1; 4; 11]. При этом новые информационные технологии «встраиваются» в существующие функциональные элементы систем обучения [5; 11; 12].

Развитие компьютерных технологий порождает новые подходы к проектированию систем обучения

для разрешения противоречий между возможностями информационных систем и задачами качественной подготовки обучаемых. Так, Г.А. Атанов [13] и В.П. Беспалько [14] отмечают, что автоматизированные компьютерные системы обучения должны строиться с учетом особенностей дидактики обучения. Роль преподавателя в этом случае не снижается, а наоборот, существенно возрастает. Ведь качество обучения обеспечивается за счет его интеллектуального продукта в форме электронных учебников, тестовых заданий, сценариев обучения и алгоритмов формирования индивидуальной траектории учебного процесса для каждого студента [15; 16].

Ориентация на использование теории дидактических систем позволит целенаправленно проектировать системы обучения с заданными характеристиками по уровню усвоения знаний. На рис. 1 представлена классификация дидактических систем обучения в координатах параметров: направленность процесса обучения (рассеянный – направленный), управление процессом (ручное – автоматическое), характер управления (разомкнутое – замкнутое).

Вершины куба отвечают определенным дидактическим системам обучения, каждая из которых создает условия для достижения характерного уровня усвоения знаний ($0 < k < 1$). Так, классическое обучение является рассеянным процессом с разомкнутой системой управления и реализуется преподавателем "вручную" без средств автоматизации с эффективностью усвоения знаний на уровне $k = 0,3$ [13]. История развития систем обучения проходила в такой последовательности:

7 (репетитор) → 5 (малая группа) → 1 (классическое обучение) → 2 (учебник - II) → 3 (консультант) → 4 (учебник - I) → 6 (использование ЭВМ, учебник - III) → 8 → (адаптивное обучение).

Системы адаптивного обучения (вершина 8) воспроизводят систему "Репетитор" с использованием современных компьютерных средств автоматизации управления обучением. Компьютерное тестирование отвечает замкнутому типу управления в рассеянной информационной среде (вершина 6).

Как видно, наилучшие показатели обучения присущи адаптивной технологии информационного обеспечения систем обучения, когда процесс обучения направленный, автоматизированный и замкнутый (рис. 1). В этих условиях имеет место коммуникация по схеме 1:1 (система : обучаемый) – обучение в полной мере персонифицировано. Поэтому весьма актуальным является построение модели данной коммуникации для определения общих закономерностей обучения с учетом специфических свойств обучаемого.

На смену традиционно используемым целям обучения в виде сформированных знаний, умений и навыков, приходит компетентный подход (competency approach), центральным понятием которого является компетенция. Под компетенцией понимают специальные, обусловленные и измеренные знания, умения и навыки или другие характеристики (способности, предпочтения), которыми обладает человек, и которые являются необходимыми для выполнения профессиональной деятельности в данной сфере [16].

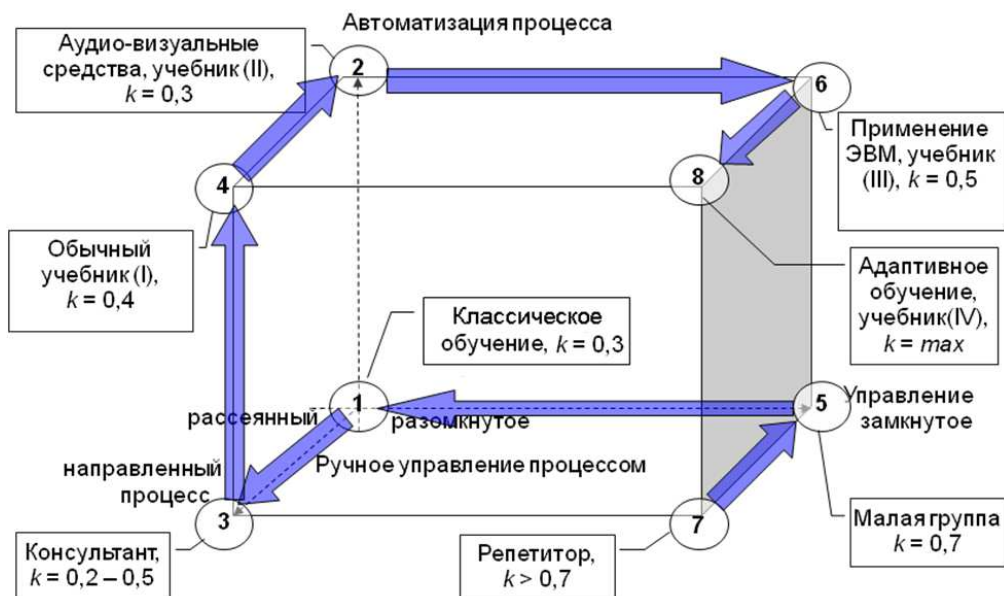


Рисунок 1 – Классификация дидактических систем обучения

Понятие компетентности, во-первых, объединяет в себе интеллектуальную и практическую составляющую образования; во-вторых, в это понятие заложена идеология интерпретации содержания образования, формируемого «от результата» («стандарт на выходе»); в-третьих, компетентность имеет интегральную природу, включая в себя ряд однородных умений и знаний, относящихся к профессиональной, информационной, правовой и другим сферам деятельности [17].

В традиционных системах обучения управление познавательной деятельностью обучаемых осуществляет преподаватель. Возможны два способа управления учебной деятельностью, соответствующие двум видам управления: разомкнутому (плоскость с вершинами 1, 2, 3, 4) и замкнутому управления (вершины 5, 6, 7, 8).

При разомкнутом управлении мониторинг, контроль и коррекция обучения выполняются по конечному результату, что достигается за относительно длительный период обучения. Недостатком такого управления является трудность диагностики возникающих пробелов и невозможность их устранения на конце длительного этапа обучения.

При замкнутом управлении мониторинг, контроль и корректировка деятельности обучаемых выполняется после изучения каждого учебного элемента. Такое управление невозможно осуществить традиционными средствами – оно реализуется только с помощью компьютерных систем.

Кроме рассмотренных свойств, управление обучением в зависимости от учета индивидуальных особенностей учащихся, может быть направленным или рассеянным. Учет индивидуальных особенностей каждого из учеников (подготовленность и темп) осуществляется при направленном обучении. При рассеянном процессе обучения осуществляется групповое усреднение информационных воздействий.

В зависимости от использования технических (как правило, компьютерных средств) для выполнения операций управления обучением, различают ручное, то есть то, что выполняется преподавателем, и автоматическое – с участием технических средств.

Комбинация рассмотренных характеристик приводит к образованию восьми монодидактических возможных типов управления обучением [14]. Их чередование в течение определенного периода обучения приводит к комбинированным дидактическим системам.

С учетом определяющего характера управления обучением возможно построение

учебного процесса, ориентированного на достижение определенных целей:

а) достижение определенного уровня усвоения деятельности оптимальным путем и обеспечение воспитательного эффекта обучения по отношению к особенностям каждого ученика;

б) преодоление растущего противоречия между лавинообразным ростом информации и ограниченными возможностями по ее усвоению учащимися;

в) изменение условий труда для преподавателей при общей интенсификации учебного процесса, что дает возможность увеличить долю творческой составляющей по сравнению с рутинной.

Модель взаимодействия объекта и субъекта обучения

Примем, что изменение уровня подготовки обучаемого зависит только от коммуникации с носителем знаний, в качестве которого могут выступать преподаватель либо система обучения. В этом случае можно записать:

$$\Delta x = x \cdot g \cdot \Delta t - x \cdot m \cdot \Delta t, \quad (1)$$

где x – уровень подготовки (уровень знаний); Δx – изменение параметра x за время Δt ; g – коэффициент прироста знаний; m – коэффициент уменьшения уровня знаний в результате естественной диссипации (забывания).

Наиболее часто величину x оценивают в относительных единицах, как долю (частоту) правильных ответов в предлагаемых тестах. Значения коэффициентов g и m являются уникальными для каждого обучаемого и могут быть найдены экспериментально путем обработки данных статистики обучения.

При $\Delta t \rightarrow 0$ из (1) после преобразований получим дифференциальное уравнение, которое описывает динамику процесса обучения:

$$\frac{dx}{dt} = rx, \quad (2)$$

где $r = g - m$ – разность параметров.

Разделив переменные в формуле (2), найдем:

$$\int_{x_0}^x \frac{dx}{x} = \int_{t_0}^t r \times dt, \quad (3)$$

где x_0 – уровень подготовки в момент t_0 .

Интегрируя (3) получим выражение для оценки уровня подготовки в процессе обучения:

$$x = x_0 e^{rt}. \quad (4)$$

Закономерность экспоненциального роста уровня подготовки справедлива на начальном этапе обучения. В реальных условиях обучения всегда существует так называемое «сопротивление среды», которое выражается, главным образом, в ограничении роста знаний из-за отсутствия в данной предметной области бесконечного источника знаний. Имеется в виду, что в данный момент существует некий предел – полный набор известных теоретических и практических положений для данной дисциплины (либо предметной области), который назовем емкостью дисциплины K . Чем ближе уровень подготовки x к емкости K , тем выше сопротивление среды. На рис. 2 приведена схема соотношения общей емкости дисциплины K и изученной ее части x .



Рисунок 2 - Общая емкость дисциплины K и ее изученная часть x

При значениях $x \ll K$, когда резерв обучения близок к емкости дисциплины K , скорость обучения будет описываться (2) – обозначим ее как V_0 . Если резерв обучения существенно уменьшится, то скорость обучения V_x на данном этапе будет пропорциональна этому, еще не изученному, объему дисциплины. С учетом данных особенностей процесса обучения можно записать:

$$V_x = V_0 \frac{K - x}{K}. \quad (5)$$

Подставляя в (2) соотношение (5) найдем:

$$\frac{dx}{dt} = rx \frac{K - x}{K}. \quad (6)$$

Зависимость (6) отличается от уравнения (2) наличием в правой части безразмерного коэффициента, представляющего собой отношение резерва обучения к изученному объему дисциплины. Это соотношение характеризует сопротивление среды.

При исследовании динамики процесса обучения допустим, что $K=1$. Тогда x следует рассматривать как долю от общей емкости дисциплины K : $0 < x < 1$. При этом (6) можно преобразовать к безразмерному виду:

$$\frac{dx}{dt} = rx(1 - x). \quad (7)$$

Разделим переменные в (7) и проинтегрируем обе части полученного выражения:

$$\frac{1}{r} \int_{x_0}^x \frac{dx}{x(1-x)} = \int_0^t dt; \quad (8)$$

$$t = \frac{1}{r} \left(\ln \frac{x}{1-x} - \ln \frac{x_0}{1-x_0} \right). \quad (9)$$

После преобразования (9) найдем:

$$x = \frac{1}{1 + D \cdot e^{-rt}}, \quad (10)$$

где $D = \frac{1-x_0}{x_0}$.

Выбор шкалы изменения временной координаты t зависит от способа выражения параметра r - коэффициента прироста знаний. Величина r может выражаться как относительный прирост знаний за время изучения одного учебного курса. В этом случае интервал обучения $\Delta t = 1$. Если рассматривается изучение курсов, которые изучаются несколько семестров, то $\Delta t = S$, где S – число семестров изучения дисциплины.

Разработанная модель может быть рекомендована для использования в качестве эталона при мониторинге процесса обучения.

Выводы и рекомендации

Разработка модели коммуникации носителя знаний и обучаемого в системе компьютерного обучения, включающей параметры уровня усвоения знаний и характеристики обучаемого с привязкой к длительности изучения дисциплины, позволяет прогнозировать индивидуальную траекторию обучения при использовании метода адаптивного настраивания системы. При этом следует рассматривать также ресурсы адаптации учебных курсов, которые должны конструироваться как обучающие разветвленные компьютерные системы. То есть программирование учебных курсов должно предусматривать возможность повторного более углубленного многовариантного представления учебных элементов в зависимости от текущих результатов тестирования достижений обучаемых.

Решение этих задач лежит в области управления процессами обучения в форме создания информационной технологии, как совокупности процессов компьютерного обучения, мониторинга текущих достижений обучаемых, создания, обработки, обобщения, распространения и использования данных для принятия решений по управлению обучением.

Список літератури

1. Лизунов, П. П. Проектно-векторное управление высшими учебными заведениями [Текст] / П.П. Лизунов, А. А. Белолицкий, С. В. Белолицкая // Управління розвитком складних систем. - 2011. - № 6. - С. 135 – 139.
2. ISO/DIS 29990:2010. Learning services for non-formal education and training – Basic requirements for service providers. — ISO : ISO/TK 232, 2009. — 15 p.
3. Вайсман, В. О. Сучасна концепція проектно-орієнтованого командного управління підприємством [Текст] / В. О. Вайсман, К. В. Колеснікова, В. В. Натальчишин // Сучасні технології в машинобудуванні. – Харків, НТУ «ХПІ», 2013. - № 8. – С. 246 – 253.
4. Федусенко, О.В. Розробка загальної концептуальної моделі дистанційного розгалуженого курсу [Текст] / О.В. Федусенко, О.О. Рафальська // Управління розвитком складних систем. – 2011. - № 8. – С. 92 – 95.
5. Белолицкий, А. А. Управление проблемами в методологии проектно-векторного управления образовательными средами [Текст] / А. А. Белолицкий // Управління розвитком складних систем.. - 2012. - № 9 – С. 104 – 107.
6. Тертышная, Т. И. Автоматизированная система контроля знаний [Текст] / Т. И. Тертышная, Е. В. Колесникова, В. Д. Гогунский // Тр. Одес. политехн. ун-та. — 2001.— Вып. 1 (13). — С. 125 – 128.
7. Яковенко, А.Е. Стратегия принятия решений в условиях адаптивного обучения / А.Е. Яковенко, А.В. Нарожный, В.Д. Гогунский // Вост.-Европ. журнал передовых технологий. – 2005. - № 2/2 (14). – С. 105 – 110.
8. Коджа, Т. И. Обратная связь в автоматизированной системе контроля уровня усвоения знаний / Т. И. Коджа, Ю. К.Тодорцев, В. Д. Гогунский // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2002. – Вып. 2(18). – С. 127– 132.
9. Оборский, Г.А. Актуальность дистанционного обучения [Текст] / Г.А. Оборский, А.Е. Колесников, В.А. Граменицкий // Шляхи реалізації кредитно-модульної системи. – 2013. - № 7. – С. 3 – 8.
10. Коджа, Т. И. Определение необходимых и достаточных условий объективности оценки результатов тестирования [Текст] / Т.И. Коджа, В.Д. Гогунский // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2002. – Спецвыпуск. - С. 87 – 88.
11. Білолицький, А.О. Розробка інтегрованих інформаційних засобів для забезпечення впровадження кредитно-модульної системи в сфері навчання [Текст] / А.О. Білолицький, В.В. Демченко // Вост.-Европ. журнал передових технологій. – 2007. – С. 20 – 28.
12. Биков, В.Ю. Модели організаційних систем відкритої освіти: моногр. / В.Ю. Биков. – К. : Атака, 2009.- 684 с.
13. Атанов Г.А. Возрождение дидактики — залог развития высшей школы. — Донецк: Изд-во ДГУ, 2003. – 180 с.
14. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия). – Москва – Воронеж : Изд-во НПО “МОДЭК”, 2002. – 352 с.
15. Колесникова, Е.В. Оценка компетентности персонала сталеплавильной печи в проекте компьютерного тренажера / Е.В. Колесникова // Вост.-Европ. журнал передовых технологий. – 2013. –№ 5/1 (65). – С. 45–48.
16. Оборський, Г.О. Стандартизація і сертифікація процесів управління якістю освіти у вищому навчальному закладі / Г.О. Оборський, В.Д. Гогунський, О.С. Савельєва // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2011. - № 1(35). – С. 251 – 255.
17. Колеснікова, К.В. Розвиток теорії проектного управління: обґрунтування закону ініціації проектів [Текст] // Управління розвитком складних систем. – 2013. - № 17. - С. 24 – 31.
18. Колесников, А.Е. Формирование информацией среды университета для дистанционного обучения / А.Е. Колесников // Управління розвитком складних систем. – 2014. - № 20. – С. 21 – 26.
19. Полотай, О.І. Напрями вдосконалення управління проектами запровадження дистанційного навчання у вищому навчальному закладі / О.І. Полотай // Управління розвитком складних систем. – 2012. - № 13. – С. 40 – 44.

Статья поступила в редколлегию 20.07.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Д. Гогунский, Одесский национальный политехнический университет, Одесса.

Колесніков Олексій Євгенович

Кандидат технічних наук, доцент кафедри управління системами безпеки життєдіяльності, ORCID: 0000-0003-2366-1920
Одеський національний політехнічний університет, Одеса

**ЗАВДАННЯ АДАПТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО НАВЧАННЯ**

Анотація Розроблена модель взаємодії об'єкта і суб'єкта навчання на основі методу адаптивного настроювання системи. Створення такої проактивної моделі управління дозволяє враховувати залишкові знання студентів при вивченні курсів різної тривалості і розробляти індивідуальні траєкторії навчання для студентів з різним рівнем підготовки. При цьому необхідно враховувати можливість зміни навчальних курсів залежно від залишкових знань учня – для поглибленого або повторного вивчення.

Ключові слова: адаптаційна модель; компетенції; індивідуальна траєкторія навчання; залишкові знання; компетентнісний підхід; інформаційні технології

Kolesnikov Oleksiy

PhD, docent, ORCID: 0000-0003-2366-1920

Odessa National Polytechnic University, Odessa

TASKS OF ADAPTIVE TECHNOLOGY OF INFORMATION PROVISION SYSTEMS OF COMPUTER TRAINING

Annotation. Currently multithreaded development of higher education due to the presence of competitive relations between universities, so the main indicator of educational activity becomes the quality of training of specialists with the necessary qualifications and meeting the requirements of the market. This, in turn, generates tasks to improve the mechanisms for management of educational processes and building a system of objective evaluation of students' knowledge. The paper developed a model of the interaction of object and subject of study based on the method of setting the adaptive system. Creating such a proactive management model takes into account the residual knowledge of students in the study of courses of varying duration and to develop individual learning paths for students with different backgrounds. It is necessary to take into account the possibility of changing the courses depending on the student's knowledge of the residual - or for in-depth re-examination.

Keywords: adaptation model, competencies, individual learning paths, residual knowledge, competence approach, information technology

References

1. Lisunov, P. P., Biloschitsky, A. A. & Biloschitskaya, S.V. (2011). Design and vector control institutions of higher education. *Management of development of complex systems*, 6, 135 – 139. [rus.]
2. ISO/DIS 29990:2010. *Learning services for non-formal education and training. Basic requirements for service providers. ISO : ISO/TK 232*, 15.
3. Vaysman, V.A., Kolesnikova, K.V. & Natalchyshyn, V.V. (2013). Modern concept of project-based command management of enterprise. *Modern technologies in engineering, NTU "KhPI"*, 8, 246 - 253. [ukr.]
4. Fedusenko, O.V. & Rafalska, O.O. (2011). Development of general conceptual model remote branched rate. *Managing the development of complex systems*, 8, 92 – 95. [ukr]
5. Biloschitsky, A.A. (2012). Management problems in the methodology of design vector control of the educational environment. *Management of development of complex systems*, 9, 104 - 107. [rus.]
6. Tertyshna, T.I., Kolesnikova, E.V., & Gogunsky, V.D. (2001). Automated monitoring system of knowledge. *Pratsi Odes. Polytechnic. Univ.* 1 (13). 125 – 128.
7. Yakovenko, A.E., Narozhnyi, A.V. & Gogunsky V.D. (2005). The strategy of decision making under adaptive learning. *Eastern European Journal of advanced technologies*, 2/2 (14). 105 – 110.
8. Koji, T.I., Todortsev, Yu. K. & Gogunsky, V.D. (2002). Feedback in the automated system-level monitoring of learning. *Pratsi Odes. Polytechnic. Univ.* 2 (18), 127-132.
9. Oborskiy, G.A., Kolesnikov, A.E. & Gramenitskiy, V.A. (2013). The relevance of distance learning Ways of implementation of credit-modular system, 7, 3 – 8.
10. Koji, T.I. & Gogunsky, V.D. (2002). Definition of necessary and sufficient conditions for objective evaluation of test results. *Pratsi Odes. Polytechnic. Univ. Special Edition*, 87 – 88.
11. Biloschitsky, A.O. & Demchenko, V.V. (2007). Development of integrated information tools for the introduction of credit-modular system in the field of education. *Eastern European Journal of advanced technologies*, 20-28.
12. Bykov, V.Y. (2009). *Organizational models of open education: monograph*. 684.
13. Atanov, G.A. (2003). *The revival of didactics – a pledge of high school*. Publishing House of the DOW, 180.
14. Bepal'ko, V.P. (2002). *Education and Training with the participation, price (pedagogy of the third millennium)*. Publishing house of the NGO "MODEK", 352.
15. Kolesnikov, E.V. (2013). Assessment of the competence of personnel furnace project of computer simulator. *Eastern European Journal of advanced technologies*, 5/1 (65), 45-48.
16. Oborsky, G.O., Gogunsky ,V.D. & Savelieva, O.S. (2011). Standardization and certification processes quality management education in higher education. *Pratsi Odes. Polytechnic*, 1 (35), 251-255.
17. Kolesnikova, K.V. (2013). The development of the theory of project management: project initiation study law. *Management of development of complex systems*, 17, 24-31. [ukr.]
18. Kolesnikov, A. E. (2014). Formation of informational environment of university for distance learning. *Management of development of complex systems*, 20, 21-26. [rus.]
19. Polotay, O.I. (2012). Areas of improvement of project management implementation of distance learning in higher education. *Managing the development of complex systems*, 13, 40-44.

Ссылка на публикацию

- APA Kolesnikov, A. E. (2015). *Tasks of adaptive technology of information provision systems of computer training. Management of development of complex systems*, 23 (1), 56 – 61. [rus.] [dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4188.3607](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4188.3607)
- ГОСТ Колесников, А.Е. *Задачи адаптивной технологии информационного обеспечения систем компьютерного обучения [Текст] / А.Е. Колесникова // Управління розвитком складних систем. – 2015. – № 23 (1). – С. 56 – 61. [dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4188.3607](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4188.3607)*