

УДК 005.9

DOI: 10.26102/2310-6018/2019.26.3.015

В.А. Латыпова

## КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДИСТАНЦИОННОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ СЛОЖНЫХ ОТКРЫТЫХ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАНКА ОШИБОК

*Уфимский государственный авиационный технический университет,  
Уфа, Россия*

*Дистанционное обучение имеет широкое распространение. Данное обучение может проходить как в рамках конкретного вуза в системе дистанционного обучения, так и без привязки к вузу на платформах массовых открытых онлайн курсов. При наличии в учебном курсе задач, решение которых не может быть проверено с помощью тестов, в существующих обучающих системах возникают проблемы при управлении: на уровне управления усвоением знаний и умений конкретным студентом и на уровне управления процессом обучения. В статье описан класс задач, вызывающий трудности при управлении дистанционным обучением: сложные открытые задачи. Предложена концепция управления процессом дистанционного автоматизированного обучения с использованием банка ошибок при решении такого класса задач. Концепция базируется на системном и процессном подходе к управлению обучением, классификации ошибок, допускаемых студентами при решении сложных открытых задач, принципе иерархичности управления, автоматизированном обучении. Для повышения эффективности управления предлагается использовать помимо систем дистанционного обучения, реализующих функцию автоматизированного обучения, также специализированный программный комплекс, содержащий модули автоматизированной проверки, сбора и обработки информации, и принятия решений.*

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, автоматизированное обучение, классификация ошибок, процессное управление, управление процессом обучения, сложная открытая задача

### **Введение**

Дистанционное обучение имеет широкое распространение и может реализовываться как в рамках конкретного вуза, когда студенты обучаются на онлайн курсах типа SPOC (небольшие частные онлайн курсы), так и без привязки к вузу, когда обучение проходит на онлайн курсах типа MOOC (массовые открытые онлайн курсы). В первом случае в качестве обучающих систем выступают системы дистанционного обучения (СДО), во втором – MOOC-платформы. Часть СДО и большинство MOOC-платформ позволяют студентам свободно перемещаться по курсу: изучать лекции, проходить тесты, решать задачи в любом порядке.

В целях повышения эффективности дистанционного обучения некоторые из данных систем могут осуществлять автоматизированное обучение, включающее управление процессом усвоения знаний и умений студентами [1]. При реализации данной функции студенты приобретают

знания и умения под управлением обучающей системы по индивидуальной образовательной траектории, согласно формализованной методике обучения. Примерами таких СДО являются СДО Moodle [2], а примером МООС-платформы – платформа, описанная в работе [3]. Вопросам организации автоматизированного обучения в МООС-платформах посвящены также работы [4, 5, 6]. В частности, в работе [6] рассмотрено использование внешней системы, организующей автоматизированное обучение, взаимодействующей с МООС-платформой edX.

Если в учебном курсе предполагается решение задач, которые нельзя проверить с помощью тестов, то используются специальные модули. Например, в СДО Moodle используется модуль «Задание». Студенты отправляют решение в систему, а преподаватель проверяет решение и формирует комментарии без использования средств автоматизации, и отправляет студентам ответ через систему. Таким образом, один из этапов управления (контроль) проходит в ручном режиме.

СДО и МООС-платформы включают аналитические модули, которые собирают статистику по процессу обучения. Например, в СДО Moodle собирается статистика по результатам выполнения тестов всех студентов. Рассчитываются параметры как для теста в целом, так и для каждого вопроса [7]. Примерами параметров тестов являются: количество первых попыток, общее количество попыток, средняя оценка, медиана оценок и т.д. Примерами параметров вопросов теста являются: индекс легкости, индекс дискриминации и др. Данный модуль позволяет получать информацию для принятия управленческих решений. Однако, специальные аналитические модули, собирающие статистику по решению задач в СДО и МООС-платформах, отсутствуют. Есть возможность получения информации, по средней оценке, по задаче. Но управление на основе индивидуальных оценок (обобщенного агрегированного показателя) не дает возможности детально анализировать степень усвоения знаний и умений, выявить в них пробелы, сделать выводы для принятия управленческих решений.

Таким образом, в существующих системах обучения, СДО и МООС-платформах, при наличии в учебном курсе задач, решение которых не может быть проверено автоматически (с помощью тестов), возникают проблемы при управлении: на уровне управления усвоением знаний и умений конкретным студентом и на уровне управления процессом обучения.

Цель исследования – повышение эффективности управления процессом дистанционного обучения при выполнении задач, решение которых не может быть проверено с помощью тестов.

Задача исследования – разработать концепцию управления процессом дистанционного обучения при решении подобных задач.

### **Понятие и классификация сложных открытых задач**

Задачи, вызывающие трудности при организации дистанционного обучения, задачи, решение которых нельзя проверить с помощью стандартных тестов, используемых в СДО, можно выделить в виде особого класса задач: сложных открытых задач (СОЗ).

СОЗ являются задачи, которые обладают одновременно свойствами открытости и сложности. «Открытость» задачи – это отсутствие вариантов ее решения в условии. Например, в СДО Moodle открытые задачи могут быть представлены в тестах с использованием типа вопроса «Короткий ответ». Данный тип вопроса предполагает свободный ввод студентом одного или нескольких слов, а не выбор из предлагаемых вариантов, как, например, при типе вопроса «Множественный выбор», «Верно/Неверно» и т.п. «Сложность» задачи – это наличие трудностей, возникающих при проверке их решения, а также при их выполнении. Проблемы могут быть связаны с результатом решения, ходом решения или организацией выполнения и проверки задачи.

Вследствие этого, СОЗ можно классифицировать по типу трудности на задачи со сложным результатом, многошаговые задачи, задачи со сложной организацией выполнения и проверки, и задачи с комбинированной сложностью [8].

Задачами со сложным результатом являются такие задачи, которые не имеют единственное правильное решение. Отличаться правильные решения могут, например, степенью детализации или способами декомпозиции. Проблемы возникают при формализации процесса проверки решения данных задач из-за трудности автоматического получения формальных критериев правильности выполнения. Примеры задач со сложным результатом – инженерные задачи по разработке моделей, например, проектных моделей: мнемосхем, информационных и функциональных моделей.

Многошаговыми задачами являются такие задачи, которые имеют разветвленный алгоритм решения, вследствие этого возникает необходимость в слежении за тем, как происходит процесс решения задачи. Если итоговый результат решения и промежуточные результаты решения многошаговой задачи не содержат элемент творчества, и могут проверяться автоматически, то такая многошаговая задача может проверяться с помощью специализированных программных средств.

Задачами со сложной организацией выполнения и проверки являются задачи, для решения и проверки которых необходимо наличие спецоборудования или программного обеспечения. Данные задачи могут проверяться частично автоматически в случае, если результат решения не содержит элемент творчества. Полная автоматизация не возможна из-за необходимости формирования отчета по результатам решения таких задач, который автоматически проверить нельзя.

### Концепция управления процессом дистанционного автоматизированного обучения при решении сложных открытых задач с использованием банка ошибок

Концепция базируется на системном и процессном подходе к управлению обучением, классификации ошибок, допускаемых студентами при решении СОЗ, принципе иерархичности управления, автоматизированном обучении.

Обучение по курсу при выполнении СОЗ представляется в виде процесса-системы, состоящей из взаимосвязанных подпроцессов. Формализуется схема процесса: строится алгоритм обучения, представляющий формализованную методику обучения; определяются учебные и методические материалы, на основе которых будет осуществляться управление усвоением знаний и умений студентов. Проводится деление СОЗ на подзадачи. Данные подзадачи студенты решают и сдают в порядке, заданном алгоритмом обучения. На Рисунке 1 представлен пример обобщенной модели процесса обучения, когда СОЗ разбивается на 2 подзадачи. Использована нотация BPMN и программа Bizagi [9].

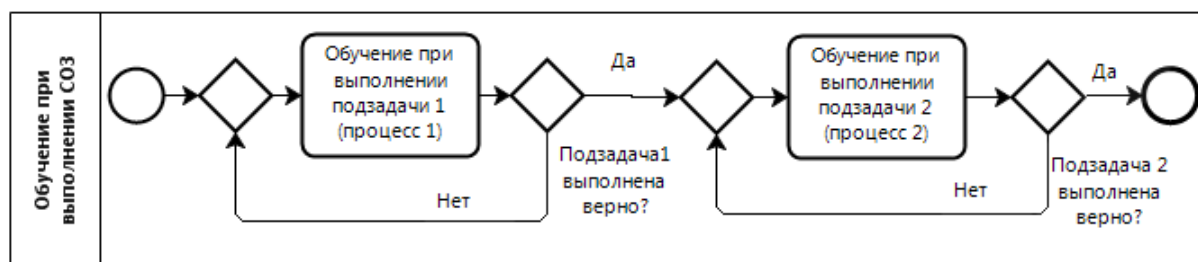


Рисунок 1 – Обобщенный алгоритм процесса обучения

На Рисунке 2 представлен фрагмент детальной модели процесса обучения.

Контролируемые параметры процесса обучения формируются на основании данных об ошибках, которые делают студенты при решении СОЗ. Сначала проводится первичная классификация ошибок – выделение типовых ошибок.

Данные ошибки, рекомендации по их исправлению, а также списки ошибок по результатам каждой проверки работ, хранятся в банке ошибок в базе данных (БД). Далее проводится вторичная классификация, разделение типовых ошибок на несколько классов, таких как: ошибки, отражающие пробелы в знаниях и умениях текущего курса; ошибки, отражающие пробелы в ранее приобретенных знаниях и умениях по другим курсам; ошибки, не отражающие пробелы в знаниях и умениях. Данная двухэтапная

классификация ошибок позволяет сформировать показатели процесса обучения при решении СОЗ.

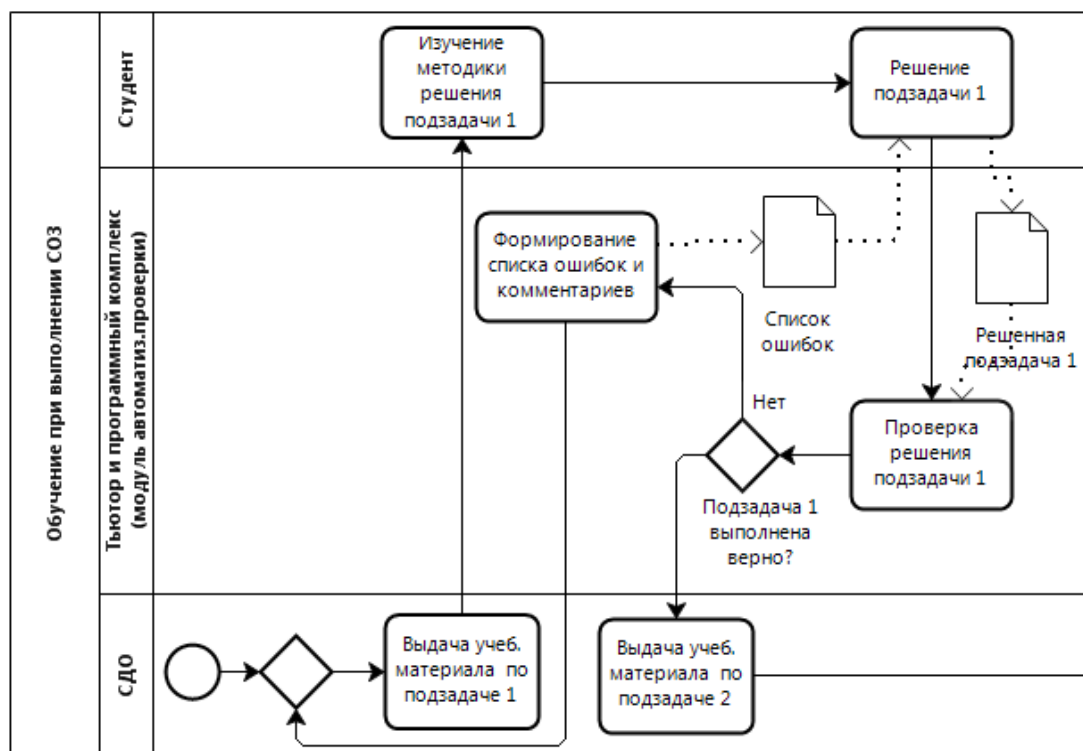


Рисунок 2 – Фрагмент алгоритма процесса обучения

Применяется двухуровневое управление процессом обучения с использованием внешнего и внутреннего контура. Обобщенная модель системы управления (СУ) процессом обучения при решении СОЗ представлена на Рисунке 3, где «УУ» - устройство управления, а «УВ» - управляющее воздействие.

Модель СУ нижнего уровня представлена на Рисунке 4.

Во внутреннем контуре происходит управление экземпляром процесса. Экземпляр процесса – это «осязаемый предмет», который создается, изменяется или обрабатывается в ходе исполнения процесса [10]. На данном контуре происходит управление усвоением знаний и умений конкретным студентом при выполнении СОЗ. Реализуется автоматизированное обучение, обучение по формализованной методике. Управление выполняется автоматизировано тьютером, СДО и модулем автоматизированной проверки СОЗ в составе специального программного комплекса управления процессом обучения. Целью управления на данном контуре является изменение состояния объекта управления (ОУ) и доведение его до заданного состояния: должны быть приобретены все требуемые знания и умения. Индикатором усвоения является правильность решения СОЗ.

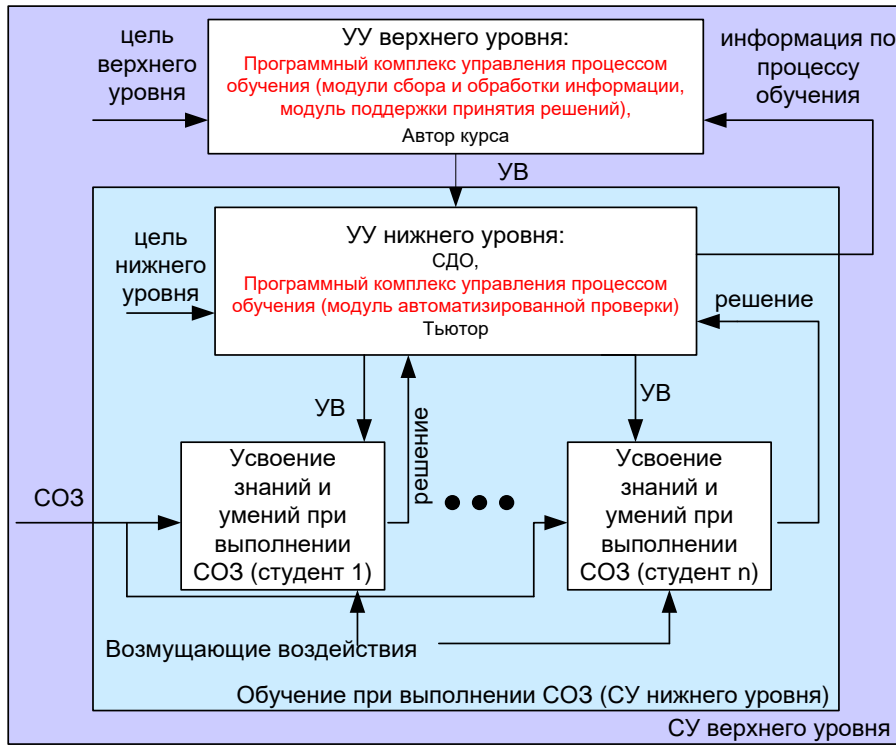


Рисунок 3 – Обобщенная модель иерархической системы управления

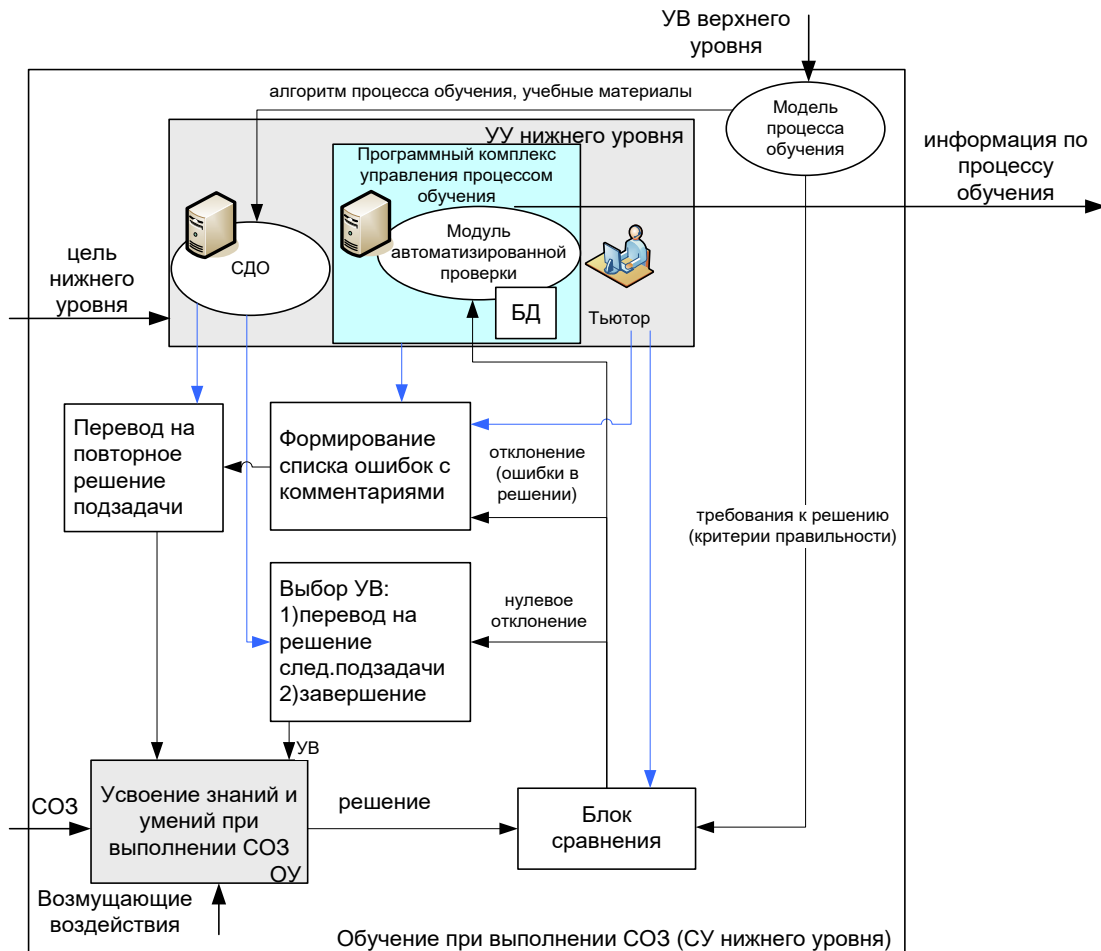


Рисунок 4 – Модель системы управления нижнего уровня

Реализуется управление с обратной связью, на основе результатов выполнения СОЗ конкретным студентом. Если в решении студента нет ошибок, то он переводится на решение следующей подзадачи. Если решенная подзадача была последней, то происходит завершение обучения. Если в решении студента есть ошибки, то формируется список данных ошибок с комментариями, и студент переводится на повторное решение текущей подзадачи. В данном контуре в процессе автоматизированной проверки решения СОЗ осуществляется первичная классификация ошибок студентов.

Модель СУ верхнего уровня представлена на Рисунке 5.

Во внешнем контуре происходит управление процессом обучения. Управление выполняется автоматизировано автором курса (ЛПР) и модулями сбора и обработки информации по процессу обучения, модулем поддержки принятия решений в составе специального программного комплекса управления процессом обучения.

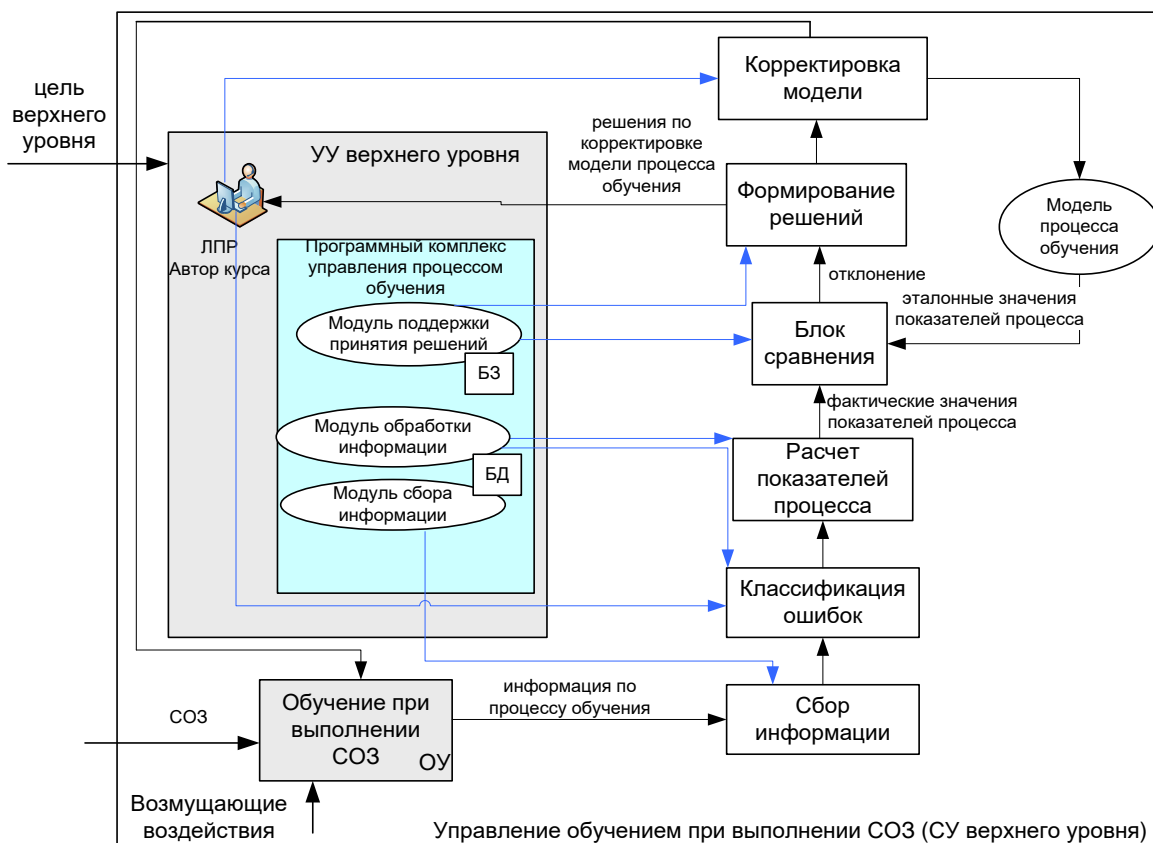


Рисунок 5 – Модель системы управления верхнего уровня

Целью управления на данном контуре является недопуск выхода объекта ОУ из заданного состояния, поддержка значений параметров в заданном диапазоне. Собирается статистика по решению СОЗ каждым студентом. В данном контуре осуществляется вторичная классификация

ошибок студентов: разделение их на 3 больших класса. Классификация осуществляется автором курса с помощью модуля обработки информации. Также данный модуль осуществляет агрегацию данных по процессу и расчет фактических показателей процесса. Реализуется управление с обратной связью: проводится сравнение фактических и эталонных значений показателей процесса. Если обнаруживаются отклонения, то модуль поддержки принятия решений с использованием базы знаний (БЗ) формирует варианты решений по корректировке модели процесса обучения.

### **Выводы**

Выделен и описан класс задач, вызывающий трудности при управлении дистанционным обучением. Предложена концепция управления процессом дистанционного автоматизированного обучения с использованием банка ошибок при решении такого класса задач. В основе данной концепции лежит двухэтапная классификация ошибок, выявленных при проверке решений сложных открытых задач. Для повышения эффективности управления предлагается использовать помимо СДО, реализующих функцию автоматизированного обучения, также специализированный программный комплекс, содержащий модули автоматизированной проверки, сбора и обработки информации, и принятия решений.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. М.: Изд-во Моск.ун-та,1984. 345с.
2. Пожаркова И.Н., Носкова Е.Е., Трояк Е.Ю. Формирование индивидуальной образовательной траектории как компонента практико-ориентированной среды обучения // Педагогический ИМИДЖ. 2018. № 3 (40). С. 179–192. DOI: 10.32343/2409-5052-2018-11-3-179-192.
3. Sonwalkar N.The First Adaptive MOOC: A Case Study on Pedagogy Framework and Scalable Cloud Architecture// MOOCs Forum. 2013. Pp.22-29. DOI: 10.1089/mooc.2013.0007. URL: [www.liebertpub.com/doi/10.1089/mooc.2013.0007](http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/mooc.2013.0007).
4. Onah D.F., Sinclair J.E. Massive open online courses – an adaptive learning framework// Proceeding of the 9th International Technology, Education and Development Conference (INTED2015), 2-4 March, 2015, Madrid, Spain. Pp. 1258-1266.DOI: 10.13140/RG.2.1.4237.0083.
5. Daniel J., Vázquez C.E., Gisbert M. The Future of MOOCs: Adaptive Learning or Business Model?// RUSC. Universities and Knowledge Society Journal. 2015. V.12. №1. Pp. 64-73. URL: <http://www.rusc.es/>



- <https://rusc.uoc.edu/rusc/ca/index.php/rusc/article/view/v12n1-daniel-vazquez-gisbert/2455.html>. DOI: 10.7238/rusc.v12i1.2475.
6. Rosen Y., Rushkin I., Rubin R. The effects of adaptive learning in a massive open online course on learners' skill development// Proceedings of the Fifth Annual ACM Conference on Learning at Scale, June 26 - 28, 2018, London, United Kingdom. URL: [learningatscale.acm.org/las2018/toc.html](http://learningatscale.acm.org/las2018/toc.html). DOI: 10.1145/3231644.3231651.
  7. Муханова А.А., Муханов С.А. Технология проектирования и оценки тестов в СДО Moodle // Сборник научных трудов SWorld. – Вып.3. Т.22. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2013. – С. 27-35.
  8. Латыпова В.А. Сложные открытые задачи в смешанном и дистанционном автоматизированном обучении // Инженерный вестник Дона. 2015. №3. С.58. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3211](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3211).
  9. Официальный сайт программы Bizagi URL: [bizagi.com](http://bizagi.com).
  10. Алст В., Хей К. Управление потоками работ: модели, методы и системы. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 316с.

V.A. Latypova

**A CONCEPT OF ONLINE AUTOMATED TRAINING PROCESS  
MANAGEMENT IN IMPLEMENTING COMPLEX OPEN ENDED  
ASSIGNMENTS BASED ON THE USE OF ERROR BANK**

*Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia*

*Online learning is widely distributed. This type of learning can take place at specific university by means of learning management system or by means of massive open online course platforms independently of universities. Management problems arise in existing training systems if a training course contains assignments, result of implementation of which cannot be checked by standard tests. This relates to knowledge and skills assimilation management and to training process management. A class of assignments which causes difficulties in online learning and training management (complex open ended assignments) is described in the paper. A concept of online automated training process management based on the use of error bank in implementing such tasks is suggested. The concept is based on system and process management approach, classification of errors made by students during complex open ended assignment implementation, the principle of management subsidiarity, automated training. Using of a specific software package, which contains software modules for automated scoring, information collection and processing, decision making, on a par with learning management systems with functionality of the automated training is proposed to increase the effectiveness of management.*

**Keywords:** online learning, automated training, error classification, process management, training process management, complex open ended assignment

## REFERENCES

1. Talyzina N.F. Upravlenie protsessom usvoeniya znaniy. M.: Izd-vo Mosk.un-ta, 1984. 345s.
2. Pozharkova I.N., Noskova E.E., Troyak E.Yu. Formirovanie individual'noy obrazovatel'noy traektorii kak komponenta praktiko-orientirovannoy sredy obucheniya // Pedagogicheskiy IMIDZh. 2018. № 3 (40). S. 179–192. DOI: 10.32343/2409-5052-2018-11-3-179-192.
3. Sonwalkar N. The First Adaptive MOOC: A Case Study on Pedagogy Framework and Scalable Cloud Architecture // MOOCs Forum. 2013. Pp. 22-29. DOI: 10.1089/mooc.2013.0007. URL: [www.liebertpub.com/doi/10.1089/mooc.2013.0007](http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/mooc.2013.0007).
4. Onah D.F., Sinclair J.E. Massive open online courses – an adaptive learning framework // Proceeding of the 9th International Technology, Education and Development Conference (INTED2015), 2-4 March, 2015, Madrid, Spain. Pp. 1258-1266. DOI: 10.13140/RG.2.1.4237.0083.
5. Daniel J., Vázquez C.E., Gisbert M. The Future of MOOCs: Adaptive Learning or Business Model? // RUSC. Universities and Knowledge Society Journal. 2015. V.12. №1. Pp. 64-73. URL: <https://rusc.uoc.edu/rusc/ca/index.php/rusc/article/view/v12n1-daniel-vazquez-gisbert/2455.html>. DOI: 10.7238/rusc.v12i1.2475.
6. Rosen Y., Rushkin I., Rubin R. The effects of adaptive learning in a massive open online course on learners' skill development // Proceedings of the Fifth Annual ACM Conference on Learning at Scale, June 26 - 28, 2018, London, United Kingdom. URL: [learningatscale.acm.org/las2018/toc.html](http://learningatscale.acm.org/las2018/toc.html). DOI: 10.1145/3231644.3231651.
7. Mukhanova A.A., Mukhanov S.A. Tekhnologiya proektirovaniya i otsenki testov v SDO Moodle // Sbornik nauchnykh trudov SWorld. – Vyp.3. T.22. – Odessa: KUPRIENKO SV, 2013. – S. 27-35.
8. Latypova V.A. Slozhnye otkrytye zadachi v smeshannom i distantsionnom avtomatizirovannom obuchenii // Inzhenernyy vestnik Dona. 2015. №3. S.58. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3211](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3211).
9. Ofitsial'nyy sayt programmy Bizagi URL: [bizagi.com](http://bizagi.com).
10. Aalst V., Khey K. Upravlenie potokami rabot: modeli, metody i sistemy. M.: FIZMATLIT, 2007. 316s.