

УДК 65.011.56:622.3 © И.С. Полевщиков^{1,2}, В.А. Каргин¹,
Шерзод Имом угли Латипов³, 2026

UDC 65.011.56:622.3 © I.S. Polevshchikov^{1,2}, V.A. Kargin¹,
Sh.I.u. Latipov³, 2026

¹ ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет»,
125080, г. Москва, Россия

¹ Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH),
Moscow, 125080, Russian Federation

² ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет», 614990, г. Пермь, Россия

² Perm National Research Polytechnic University,
Perm, 614990, Russian Federation

³ ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет»,
453118, г. Стерлитамак, Россия

³ Ufa State Petroleum Technical University,
Sterlitamak, 453118, Russian Federation

✉ e-mail: i.s.polevshchikov@mail.ru

✉ e-mail: i.s.polevshchikov@mail.ru

Автоматизированная система контроля знаний и навыков персонала промышленных объектов по диагностике состояния электромеханического оборудования*

Automated system to control knowledge and skills of personnel
at industrial facilities in diagnosing the condition of electromechanical equipment

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2026-4-110-116>

ПОЛЕВЩИКОВ И.С.

Канд. техн. наук, доцент,

доцент кафедры

«Информатика и вычислительная
техника пищевых производств»,

доцент кафедры «Автоматизированные
системы управления

биотехнологическими процессами»,

ФГБОУ ВО «Российский

биотехнологический университет»,

125080, г. Москва, Россия,

доцент кафедры

«Информационные технологии

и автоматизированные системы»,

ФГАОУ ВО «ПНИПУ»,

614990, г. Пермь, Россия,

e-mail: i.s.polevshchikov@mail.ru

Исследование посвящено разработке универсальной автоматизированной системы контроля (АСК) знаний и навыков персонала промышленных объектов (в частности, в горнодобывающей отрасли), обеспечивающей создание и гибкую модификацию базы правил диагностики состояния электромеханического оборудования для дальнейшей генерации на основе данной базы тестов и упражнений требуемых видов. Представлена методика на основе графической нотации UML для формализованного описания (онтологического моделирования) предметной области диагностики электромеханического оборудования и соответствующих интерактивных упражнений в АСК. Методика обеспечивает инвариантность к различным видам неисправностей на оборудовании, позволяет добавлять и изменять классы, атрибуты, взаимосвязи классов для совершенствования представления знаний о предметной области диагностики. Формализованное описание предметной области диагностики состояния оборудования на основе разработанной методики используется для программной реализации разных форм компьютерного контроля знаний и навыков. Показаны примеры тестов и упражнений для автоматизированного контроля знаний и навыков по диагностике электромеханического оборудования погрузочно-разгрузочных машин. Результаты исследований в их

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-10162, <https://rscf.ru/project/23-79-10162/>.

прикладном применении позволяют упростить и повысить качество контроля знаний по диагностике электромеханических систем с целью улучшения процесса подготовки персонала.

Ключевые слова: горнодобывающая промышленность, электромеханические системы, диагностика оборудования, графическая нотация UML, автоматизированная система контроля (АСК) знаний и навыков.

Для цитирования: Полевщиков И.С., Каргин В.А., Латипов Шерзод Имом угли. Автоматизированная система контроля знаний и навыков персонала промышленных объектов по диагностике состояния электромеханического оборудования // Уголь. 2026;(4):110-116. DOI: 10.18796/0041-5790-2026-4-110-116.

Abstract

The study focuses on developing a universal automated control system (ACS) to assess knowledge and skills of personnel at industrial facilities (in particular, in the mining industry), which would ensure creation and flexible modification of the database of rules for diagnosing the condition of electromechanical equipment for subsequent generation of the required types of tests and exercises based on this database. A methodology based on the UML graphical notation is presented for a formalized description (ontological modeling) of the subject area of electromechanical equipment diagnostics and corresponding interactive exercises in the ACS. The methodology ensures invariance to various types of equipment faults, allows adding and changing the classes, attributes, and class relationships to improve the representation of knowledge on the subject area of diagnostics. The formalized description of the subject area of equipment condition diagnostics based on the developed methodology is used for software implementation of various forms of computer-based knowledge and skills testing. Examples of tests and exercises for automated control of knowledge and skills in the diagnostics of electromechanical equipment of load-haul-dump machines are provided. The research results in their applied use make it possible to simplify and enhance the quality of knowledge control in diagnostics of electromechanical systems with the aim of improving the personnel training process.

Keywords

Mining industry, electromechanical systems, equipment diagnostics, UML graphical notation, automated control system (ACS) for knowledge and skills.

Acknowledgements

The research was supported by the Russian Science Foundation Grant No. 23-79-10162, <https://rscf.ru/project/23-79-10162/>.

For citation

Polevshchikov I.S., Kargin V.A., Latipov Sh.I.u. Automated system to control knowledge and skills of personnel at industrial facilities in diagnosing the condition of electromechanical equipment. *Ugol*. 2026;(4):110-116. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2026-4-110-116.

КАРГИН В.А.

Доктор техн. наук, доцент,
профессор кафедры «Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами»,
ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет»,
125080, г. Москва, Россия

ЛАТИПОВ ШЕРЗОД ИМОМ УГЛИ

Магистрант, Институт химических технологий и инжиниринга,
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»
453118, г. Стерлитамак, Россия

ВВЕДЕНИЕ

В условиях электрификации и автоматизации производственных процессов в разных сферах деятельности, в том числе на объектах горнодобывающей промышленности, для эффективного и безопасного [1] использования оборудования важным аспектом является владение персоналом на высоком уровне знаниями и навыками по оперативной диагностике и устранению неисправностей [2, 3]. При этом требуется учитывать факторы периодического изменения правил диагностики, в том числе по причине

замены оборудования новым, включая отечественные аналоги импортного оборудования.

Существующие компьютерные средства контроля знаний персонала технической сферы в форме тестов, например Moodle [4, 5], как правило, требуют от преподавателя составления каждого тестового задания по диагностике вручную. Данная процедура отнимает большое число часов рабочего времени, но только после ее осуществления возможно автоматически непосредственно провести тестирование. При изменении изучаемого оборудования возникает потребность в значительной переработке тестов.

Для обучения персонала навыкам, релевантным задачам диагностики состояния производственного оборудования, разрабатываются различные тренажерные системы [6, 7, 8]. Как правило, подобные программные продукты моделируют в динамике или статике работу реального оборудования определенных видов и моделей, в том числе возникающие неисправности. Не в полной мере описано математическое и программное обеспечение процесса контроля знаний и навыков в таких системах. Не раскрыты функциональные возможности по гибкой модификации базы правил диагностики оборудования.

Настоящее исследование посвящено разработке интерактивной автоматизированной системы контроля (АСК) знаний и навыков персонала промышленных объектов (в частности, в горнодобывающей отрасли) по диагностике состояния производственного оборудования и устранению неисправностей, позволяющей минимизировать указанные выше недостатки существующих систем контроля и повысить уровень качества обучения сотрудников предприятий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились с применением теоретико-множественного подхода [9, 10] и графической нотации UML [11, 12] для формализованного описания предметной области диагностики электромеханического оборудования и требований к АСК.

Компьютерный контроль знаний и навыков по диагностике состояния электромеханического оборудования осуществляется на основе соответствующей подсистемы АСК в области охраны труда и электробезопасности на промышленных объектах. Ключевые функциональные возможности рассматриваемой подсистемы показаны на диаграмме Use Case UML (рис. 1).

Основное преимущество АСК, разрабатываемой согласно данным функциональным требованиям – возможность формализованного описания предметной области диагностики неисправностей различных видов. На базе данного описания, согласно настройкам упражнений преподавателем и в зависимости от методических требований, реализуются разные формы тестовых заданий и упражнений.

Знания о диагностике определенных неисправностей при работе на электромеханическом оборудовании опишем обобщенно в виде графа

$$G_{dgn.} = \langle U_{dgn.}, E_{dgn.} \rangle,$$

где $U_{dgn.} = \{u_i | i = 1, N_{dgn.}\}$ – множество элементов знаний о неисправностях, $E_{dgn.} = \{e_j | j = 1, N_{arc.}\}$ – множество дуг для обозначения взаимосвязей между указанными элементами.

Здесь $U_{dgn.} = U_{ext.} \cup U_{rsn.} \cup U_{mth.} \cup U_{act.}$ где $U_{ext.}$ – множество внешних проявлений неисправностей, $U_{rsn.}$ – множество причин их возникновения, $U_{mth.}$ – множество способов их устранения, $U_{act.}$ – множество действий для устранения.

Онтологическую модель предметной области диагностики неисправностей на оборудовании представим визуально диаграммой объектов UML, являющейся инструментом для дальнейшей реализации упражнений и тестов по диагностике в программном обеспечении АСК. Диаграмма объектов в общем виде для отдельного внешнего проявления неисправности, показанная на рис. 2, основана на рассмотренном выше теоретико-множественном описании графа $G_{dgn.}$.



Рис. 1. Визуальная модель функциональных требований к АСК (Use Case UML)
 Fig. 1. A visual model of functional requirements for the automated control system (Use Case UML)

Примером моделирования предметной области диагностики состояния электромеханического оборудования выбрана база правил по выявлению и устранению неисправностей при работе на погрузочно-разгрузочных машинах. Указанные технологические установки являются примером электромеханических систем, используемых для транспортировки грузов в различных областях, в том числе в горнодобывающей промышленности. Для диагностики состояния таких машин разработана определенная база правил [3].

На основе общей модели (см. рис. 2) построен пример диаграммы объектов UML (рис. 3) для описания знаний о диагностике отдельной неисправности на перегрузочной машине согласно правилам ее эксплуатации.

Рассмотрим еще один пример диаграммы объектов UML (рис. 4) для описания знаний о диагностике другой неисправности. По сравнению с рис. 3 второй пример демонстрирует большее число объектов и связей между ними для представления внешних проявлений неисправности, ее потенциальных причин, способов устранения и действий для устранения в рамках конкретного способа.

Согласно моделям (см. рис. 2, 3, 4) для ряда способов устранения неисправностей требуется знание последовательности действий. Проверка данных знаний в АСК допустима не только в виде тестов, но и в виде интерактивных упражнений, позволяющих отслеживать и оценивать каждый шаг обучаемого. Используя теоретико-множественный подход, представим подобное упражнение в форме графа $G_{ord.} = \langle U_{ord.}, E_{ord.} \rangle$,

где $U_{ord.} = \{u_k^{ord.} | k = \overline{1, N_{ord.}}\}$ – множество действий по устранению неисправности, порядок которых должен установить обучаемый,

$E_{ord.} = \{e_l^{ord.} | l = \overline{1, M_{ord.}}\}$ – множество взаимосвязей между данными действиями.

Графу $G_{ord.}$ соответствует визуальная модель – диаграмма состояний UML, в общем виде показанная на рис. 5.

Учитывая общую модель выполнения и оценки интерактивного упражнения

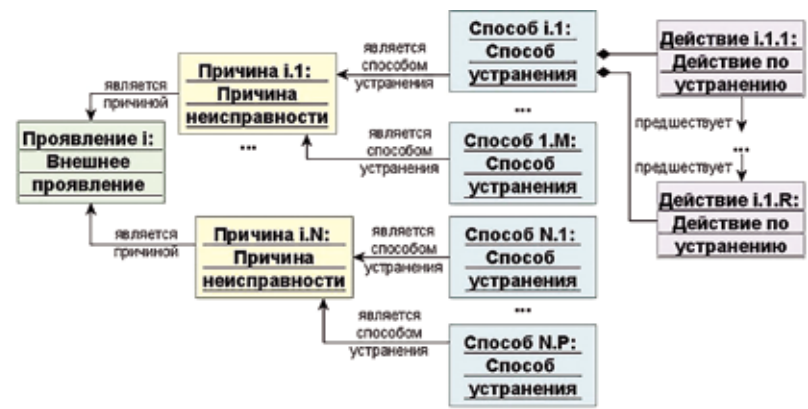


Рис. 2. Диаграмма объектов UML для описания знаний о диагностике отдельной неисправности (в общем виде)

Fig. 2. The UML object diagram to describe the knowledge base on specific fault-finding (a general view)



Рис. 3. Пример № 1 диаграммы объектов UML для описания знаний о диагностике отдельной неисправности

Fig. 3. Example No. 1 of a the UML object diagram to describe the knowledge base on specific fault-finding

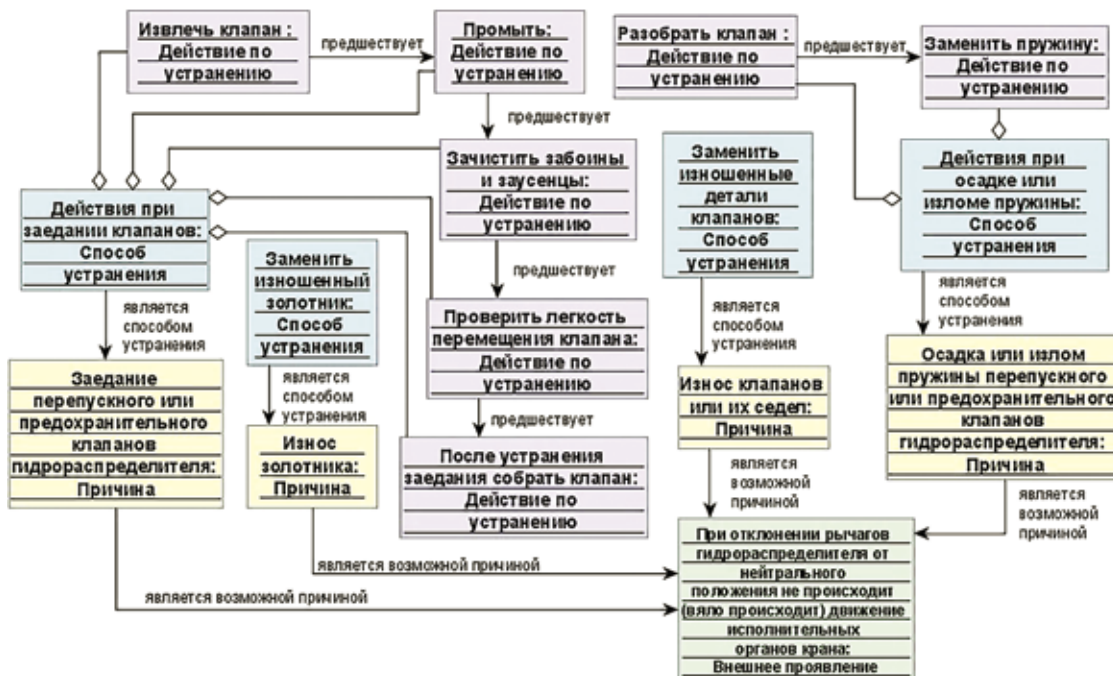


Рис. 4. Пример № 2 диаграммы объектов UML для описания знаний о диагностике отдельной неисправности

Fig. 4. Example No. 2 of a the UML object diagram to describe the knowledge base on specific fault-finding



Рис. 5. Диаграмма состояний UML процесса выполнения и оценки интерактивного упражнения (в общем виде)
 Fig. 5. The condition diagram of the UML process for executing and assessing an interactive exercise (a general view)

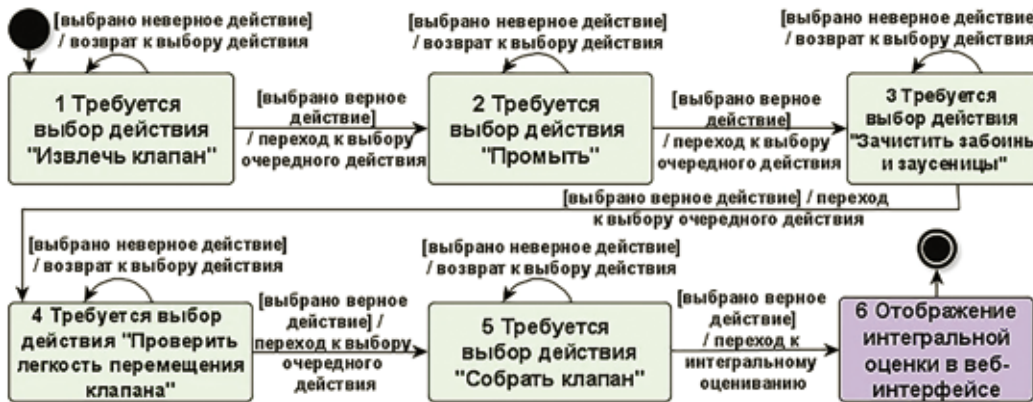


Рис. 6. Диаграмма состояний UML для интерактивного упражнения по установке порядка действий при заедании клапана
 Fig. 6. The condition diagram of the UML process for an interactive exercise on determining the order of actions when a valve gets jammed

(см. рис. 5), а также пример онтологии процесса диагностики одной из неисправностей на погрузочно-разгрузочной машине (см. рис. 4), построена диаграмма состояний UML для интерактивного упражнения по установке порядка действий при заедании клапана (рис. 6).

Согласно модели упражнения на рис. 6, обучаемый должен установить правильную последовательность действий, и, если им допущена ошибка, АСК производит возврат к повторному выбору действия. Интегральное оценивание, осуществляемое автоматически в последнем состоянии диаграммы (см. рис. 6), учитывает все ошибочные действия, увеличение которых приводит к снижению оценки. Но при этом в конечном результате упражнение всегда приводит к эталонной последовательности действий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На основе формализованного описания предметной области диагностики состояния оборудования диаграммами UML допустимо осуществлять программную реализацию разных форм компьютерного контроля знаний и навыков. Разработан прототип программных модулей АСК, реализующих тестовые задания и интерактивные упражнения.

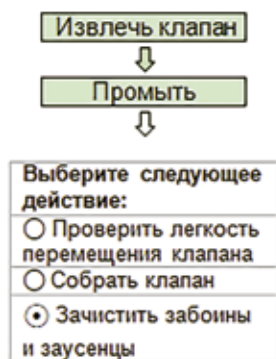
Для оперативного проведения контроля знаний по технике безопасности и охране труда при работе на электромеханическом оборудовании АСК реализует функциональную возможность проведения тестирования знаний. В частности, для тестирования по диагностике состояния оборудования предусмотрены вопросы: закрытого типа по причинам и способам устранения неисправностей с

<p>Выберите возможные причины следующей неисправности: При отклонении рычагов гидрораспределителя от нейтрального положения не происходит (вяло происходит) движение исполнительных органов крана Выберите один верный вариант ответа из предложенных:</p> <input checked="" type="checkbox"/> Износ золотника <input checked="" type="checkbox"/> Износ клапанов или их седел <input type="checkbox"/> Повреждение уплотнения насоса <input checked="" type="checkbox"/> Осадка или излом пружины перепускного или предохранительного клапанов гидрораспределителя <input checked="" type="checkbox"/> Заедание перепускного или предохранительного клапанов гидрораспределителя
--

Рис. 7. Тестовый вопрос № 1 (выбор причин неисправности)
 Fig. 7. Test question No. 1 (selecting the fault causes)

<p>Установите верную последовательность действий: Действия при разрегулированном предохранительном клапане Установите верную последовательность действий, выбирая стрелки «вверх» и «вниз»:</p> <input type="button" value="↑↓"/> Проверить легкость перемещения клапана <input type="button" value="↑↓"/> Промыть <input type="button" value="↑↓"/> Извлечь клапан <input type="button" value="↑↓"/> Собрать клапан <input type="button" value="↑↓"/> Зачистить забоины и заусенцы
--

Рис. 8. Тестовый вопрос № 2 (установка последовательности действий для устранения неисправности)
 Fig. 8. Test question No. 2 (determining the sequence of actions to eliminate a fault)



Подтвердить

Рис. 9. Выбор действия по устранению неисправности

Fig. 9. Selecting an action to eliminate a fault



Подтвердить

Рис. 10. Выбор нового действия по устранению неисправности

Fig. 10. Selecting a new action to eliminate a fault



Подтвердить

Рис. 11. Повторный выбор действия по устранению неисправности

Fig. 11. Reselecting an action to eliminate a fault

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан прототип универсальной АСК знаний и навыков персонала промышленных объектов (в частности, в горнодобывающей отрасли), обеспечивающий создание и гибкую модификацию базы правил диагностики состояния электромеханического оборудования для дальнейшей генерации на основе данной базы тестов и упражнений требуемых видов.

Представлена методика на основе графической нотации UML для формализованного описания (онтологического моделирования) предметной области диагностики электромеханического оборудования и соответствующих интерактивных упражнений в АСК. Методика обеспечивает инвариантность к различным видам неисправностей на оборудовании, позво-

выбором одного или нескольких вариантов ответа из множества; по установлению верной последовательности действий по устранению неисправности. Вопросы генерируются согласно формализованному описанию предметной области диагностики оборудования в программном обеспечении АСК (на основе моделей, подобных рис. 2, 3, 4), а также настройкам преподавателя по требуемым видам тестовых вопросов с методической точки зрения.

На рис. 7 показан интерфейс выполнения тестового вопроса закрытого типа на множественный выбор допустимых причин неисправности согласно онтологии (см. рис. 3, 4).

На рис. 8 представлен интерфейс выполнения тестового вопроса по установлению последовательности действий для устранения неисправности согласно онтологии (см. рис. 4).

Усовершенствованной версией тестового вопроса на установление последовательности действий является интерактивное упражнение, интерфейсы с некоторыми этапами выполнения которого показаны на рис. 9, 10, 11. Подобное упражнение обеспечивает большую степень обратной связи в учебном процессе. Автоматически при верном выборе (см. рис. 9) действия по устранению неисправности из множества предоставленных производится переход к интерфейсу определения нового действия (см. рис. 10), а при неверном – к повторному выбору на текущем этапе (см. рис. 11).

Подобные обратные связи по результатам выполнения обучаемым этапов упражнения позволяют лучше освоить совершаемые ошибки и в итоге построить корректную последовательность действий по устранению неисправности. Каждая ошибка обучаемого фиксируется АСК и влияет на интегральную оценку.

Дальнейшим совершенствованием интерактивного упражнения является имитация реального процесса устранения неисправностей на электромеханическом оборудовании с помощью компьютерной графики, технологий виртуальной и дополненной реальности.

ляет добавлять и изменять классы, атрибуты, взаимосвязи классов для совершенствования представления знаний о предметной области диагностики.

Формализованное описание предметной области диагностики состояния оборудования на основе разработанной методики используется для программной реализации разных форм компьютерного контроля знаний и навыков.

Результаты исследований в их прикладном применении позволяют упростить и повысить качество контроля знаний по диагностике электромеханических систем с целью улучшения процесса подготовки персонала.

Список литературы • References

1. Полевщиков И.С. Моделирование и автоматизированный контроль выполнения упражнений на тренажерном комплексе для обучения операторов технологических установок на основе объектно-ориентированного подхода // Уголь. 2025;(7):62-70. DOI: 10.18796/0041-5790-2025-7-62-70. Plevshchikov I.S. Modeling and automated control of exercise performance in a training complex for training process plant operators based on an object-oriented approach. *Ugol'*. 2025;(7):62-70. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2025-7-62-70.
2. Plevshchikov I.S., Mokrushin S.A., Nedvetsky V.M., Dmitruk M.V. Mathematical and software support for the automated knowledge control subsystem of process plant operators on a training complex. *EPJ Web of Conferences* 318, 02002 (2025). URL: <https://doi.org/10.1051/epjconf/202531802002>.
3. Автоматизация контроля знаний при обучении операторов технологических процессов на компьютерном тренажерном комплексе / И.С. Полевщиков, Р.А. Файзрахманов, М.В. Дмитрук и др. / Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: материалы VII Междунар. науч. конф. Красноярск, 19-22 сентября 2023 г. / под общ. ред. М.В. Носкова. Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2023. С. 1276-1281.
4. Кобелева Н.Ф. Обзор некоторых типичных ошибок при создании и исправлении вопросов в СДО MOODLE // Актуальные вопросы образования. 2025. № 1. С. 96-100.

- Kobeleva N.F. An overview of some common mistakes when creating and correcting questions in LMS MOODLE. *Aktual'nye voprosy obrazovaniya*. 2025;(1):96-100. (In Russ.).
5. Голунова Л.В., Функ А.В., Басев И.Н. Анализ качества тестовых материалов по общетехническим дисциплинам для транспортных специальностей // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения: Гуманитарные исследования. 2025. № 1. С. 100-107.
Golunova L.V., Funk A.V., Basev I.N. Analysis of test materials quality in general technical disciplines for transport specialties. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya: Gumanitarnye issledovaniya*. 2025;(1):100-107. (In Russ.).
 6. Яминев А.З. Цифровой тренажер по диагностике технологических трубопроводов как свежий вектор обучения производственного персонала НПЗ, ТЭК, ТЭС // Вестник науки. 2022. Т. 4. № 4. С. 111-114.
Yaminev A.Z. Digital simulator for diagnostics of technological pipelines as a fresh vector of training of production personnel of refineries, fuel & energy complex, thermal power plants. *Vestnik nauki*. 2022;(4):111-114. (In Russ.)
 7. Лапкис А.А., Калашников М.В., Микшин И.А. Перспективы создания натурального тренажера диагностики электроприводного оборудования АЭС // Глобальная ядерная безопасность. 2022. № 3. С. 30-42.
Lapkis A.A., Kalashnikov M.V., Mikshin I.A. Prospects of creating a full-scale diagnostic simulator for NPP electric drive equipment. *Global'naya yadernaya bezopasnost'*. 2022;(3):30-42. (In Russ.).
 8. Тренажер виртуальной реальности работника камеры пуска-приема средств очистки и диагностики / Е.В. Дружинская, Р.Р. Ташбулатов, Д.С. Цветанская и др. // Информационные технологии. Проблемы и решения. 2019. № 2 (7). С. 26-30.
Druzhinskaya E.V., Tashbulatov R.R., Tsvetanskaya D.S., Shafikov A.A. Simulator of virtual reality of the worker of the start-up camera acceptance of means of cleaning and diagnostics. *Informatsionnye tekhnologii. Problemy i resheniya*. 2019;(2):26-30. (In Russ.).
 9. Воронина О.А., Лобанова В.А. Теоретико-множественный подход к описанию объектов и формированию базы знаний при моделировании технологических комплексов // Информационные системы и технологии. 2023. № 4 (138). С. 39-43.
Voronina O.A., Lobanova V.A. A set-theoretic approach to the description of objects and the formation of a knowledge base in the modeling of technological complexes. *Informatsionnye sistemy i tekhnologii*. 2023;(4):39-43. (In Russ.).
 10. Холостов К.М., Холостов А.Л. Поддержка принятия решений по планированию образовательного процесса на основе ситуационного подхода и метода рационализации времени обучения // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2023. № 2. С. 112-120.
Kholostov K.M., Kholostov A.L. Decision-making support on planning the educational process based on the situational approach and the method of learning time rationalization. *Pozhary i chrezvychajnye situatsii: predotvrashchenie, likvidatsiya*. 2023;(2):112-120. (In Russ.).
 11. Федоров В.А., Петров Д.Ю., Степанов М.Ф. Разработка структуры испытательного стенда и анализ модели на основе нотации UML // Математические методы в технологиях и технике. 2023. № 9. С. 38-40.
Fedorov V.A., Petrov D.Yu., Stepanov M.F. Development of a test bench structure and model analysis based on UML notation. *Matematicheskie metody v tekhnologiyah i tekhnike*. 2023;(9):38-40. (In Russ.).
 12. Пинченко Ю.Н. Унифицированный язык моделирования – UML как средство научных исследований // Вестник НИЦ ВА РВСН. 2025. № 9. С. 118-125.
Pinchenko Yu.N. Unified Modeling Language (UML) as a scientific research tool. *Vestnik NIC VA RVSN*. 2025;(9):118-125. (In Russ.).

Authors Information

Polevshchikov I.S. – PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Science and Computer Engineering in Food Production, Associate Professor of the Department of Automated Systems for Biotechnology Process Control, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, 125080, Russian Federation, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Automated Systems, Perm National Research Polytechnic University, Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: i.s.polevshchikov@mail.ru

Kargin V.A. – Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Automated Systems for Biotechnology Process Control, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, 125080, Russian Federation

Latipov Sh.I.U. – Master's Student, Institute of Chemical Technology and Engineering, Ufa State Petroleum Technical University, Sterlitamak, 453118, Russian Federation

Информация о статье

Поступила в редакцию: 16.11.2025

Поступила после рецензирования: 16.03.2026

Принята к публикации: 30.03.2026

Paper info

Received November 16, 2025

Reviewed March 16, 2026

Accepted March 30, 2026