

УДК 681.3:62.52 © И.С. Полевщиков✉, 2025

UDC 681.3:62.52 © I.S. Polevshchikov✉, 2025

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», 125080, г. Москва, Россия
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского», 109004, г. Москва, Россия
ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, г. Пермь, Россия
✉ e-mail: i.s.polevshchikov@mail.ru

Russian Biotechnological University,
Moscow, 125080, Russian Federation
K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies
and Management, Moscow, 109004, Russian Federation
Perm National Research Polytechnic University,
Perm, 614990, Russian Federation
✉ e-mail: i.s.polevshchikov@mail.ru

Моделирование и автоматизированный контроль выполнения упражнений на тренажерном комплексе для обучения операторов технологических установок на основе объектно-ориентированного подхода*

Modeling and automated control of exercise performance in a training complex for training process plant operators based on an object-oriented approach

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2025-7-62-70>

ПОЛЕВЩИКОВ И.С.

Канд. техн. наук, доцент кафедры
Автоматизированных систем управления
биотехнологическими процессами,
ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический
университет (РОСБИОТЕХ)»,
125080, г. Москва, Россия,
доцент кафедры Информационных систем
и цифровых технологий, ФГБОУ ВО
«Московский государственный университет
технологий и управления имени К.Г. Разумовского»,
109004, г. Москва, Россия,
доцент кафедры Информационных технологий
и автоматизированных систем ФГАОУ ВО
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»,
614990, г. Пермь, Россия,
e-mail: i.s.polevshchikov@mail.ru

Рассмотрены основы унифицированной технологии автоматизированного обучения операторов технологических установок (на примере перегрузочных машин) на компьютерных тренажерных комплексах (КТК). С применением модельных представлений в графической нотации диаграмм UML формализованно описаны структура и процесс функционирования автоматизированной обучающей системы (АОС) КТК, инвариантные к различным видам и сложности программной-аппаратной реализации КТК. Разработан алгоритм интегрального оценивания качества выполнения упражнений в КТК. Описан созданный прототип статического тренажера в форме приложения с веб-интерфейсом для контроля у операторов знаний и навыков технического обслуживания перегрузочных машин. Обеспечивается интерактивное взаимодействие оператора с программным приложением КТК: продемонстрированы интерфейсы выполнения, оценивания упражнений, формирования советующих воздействий обуча-

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

емому о допущенных ошибках. Результаты исследования возможно адаптировать к разработке КТК применительно к различным технологическим установкам и производственным процессам, в том числе в горнодобывающей отрасли.

Ключевые слова: технологические установки, перегрузочные машины, компьютерный тренажерный комплекс, автоматизированное обучение операторов, унифицированный язык моделирования (UML).

Для цитирования: 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.

Abstract

The article considers the fundamentals of a unified technology for automated training of process plant operators (using handling machines as an example) on computer training complexes (CTC). Using model representations in the graphical notation of UML diagrams, the structure and functioning process of the automated training system (ATS) of the CTC are formally described, invariant to various types and complexity of the software and hardware implementation of the CTC. An algorithm for integrally assessing the quality of exercise performance in the CTC is developed. The created prototype of a static simulator in the form of an application with a web interface for monitoring the knowledge and skills of operators in the maintenance of handling machines is described. Interactive interaction of the operator with the CTC software application is provided: interfaces for performing, evaluating exercises, and generating advisory actions to the trainee about the mistakes made are demonstrated. The results of the study can be adapted for the development of the CTC for various technological installations and production processes, including in the mining industry.

Keywords

Technological installations, handling machines, computer training complex, automated operator training, unified modeling language (UML).

Acknowledgements

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

For citation

Polevshchikov 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.

ВВЕДЕНИЕ

Перегрузочные машины являются неотъемлемым техническим средством для выполнения работ во многих сферах народного хозяйства, включая горнодобывающую, строительную, лесную отрасли [1, 2]. Операторам, осуществляющим эксплуатацию машин данного вида, необходимо на высоком уровне освоить знания и, главным образом, сенсомоторные навыки выполнения погрузочно-

разгрузочных работ, подготовки оборудования до и после эксплуатации, диагностики и устранения неисправностей, выполнения ремонтных работ.

Повышению качества и ускорению подготовки персонала в разных отраслях и, в частности, операторов перегрузочных машин, способствуют компьютерные тренажеры и другие аналогичные по назначению средства электронного обучения [2, 3, 4].

Следует выделить исследования ряда авторов, посвященные разработке и применению тренажеров для обучения персонала непрерывных процессов в энергетике, химии, нефтехимии [5, 6, 7] управлению буровыми установками [8]. Отдельно выделим средства контроля знаний и дистанционного обучения на основе Moodle [9].

Несмотря на большое число научных трудов в данной области, акцентирующих внимание на физико-математическом моделировании технологических процессов, осуществляемых на определенном оборудовании, в недостаточной степени освещены вопросы создания унифицированной технологии автоматизированного обучения операторов технологических установок, включая перегрузочные машины. Разработке основ данной технологии, главным образом моделей и алгоритмов для формализованного представления структуры, процессов выполнения и оценивания упражнений в ходе обучения операторов на компьютерных тренажерных комплексах (КТК) посвящено настоящее исследование.

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ТРЕНАЖЕРНОМУ КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Для выполнения задач исследования выбран язык UML, являющийся эффективным средством проектирования автоматизированных информационных систем [10] и позволяющий на основе множества модельных представлений описать процесс функционирования автоматизированной обучающей системы (АОС) КТК для подготовки операторов технологических установок, в частности перегрузочных машин.

Для формализованного описания функциональных возможностей АОС КТК построена диаграмма Use Case UML [11] (рис. 1).

Преимущества использования КТК для подготовки операторов согласно функциональным возможностям (см. рис. 1) достигаются посредством работы трех взаимосвязанных подсистем:

1. Подсистема настройки упражнений позволяет инструктору выполнять установку требуемых параметров процесса выполнения упражнений, главным образом, параметров, определяющих знания о: моделируемом технологическом процессе (например, какая часть последовательности действий оператора при выполнении определенных работ на машине будет имитироваться в упражнении); уровне сложности выполнения упражнения; наличии советующих воздействий оператору в ходе упражнения; специфике процесса вычисления оценок по результатам упражнения.

Подсистема представляет программное обеспечение преподавателя с веб или мобильным интерфейсом и позволяет реализовать в КТК различные методики обучения

и, в частности, контроля знаний и навыков для одного или группы операторов согласно требуемым задачам профессиональной подготовки.

2. Подсистема выполнения и оценивания упражнения обеспечивает: выполнение оператором действий в индивидуальном варианте упражнения (сгенерированном согласно настройкам инструктора) с применением доступных элементов интерфейса, реализующего виртуальный технологический процесс (с возможной генерацией советующих воздействий); автоматическое оценивание каждого действия обучаемого с последующим расчетом итоговой (интегральной) оценки качества выполнения упражнения и визуализацией результатов оценивания.

3. Подсистема визуализации результатов обучения разрабатывается в форме веб или мобильного приложения и позволяет в доступном для наглядного восприятия и последующего принятия решений виде получать результаты выполнения упражнений в требуемый момент времени (с возможностью выбора необходимой степени детализации информации и фильтров: по группе, обучаемому, упражнению, периоду обучения и т.д.).

Единая база данных обеспечивает взаимосвязь между тремя подсистемами КТК для выполнения всех задач сбора, обработки и визуализации данных о подготовке операторов.

Функциональные требования АОС (см. рис. 1) являются основой для разных форм программно-аппаратной реализации КТК в зависимости от требований конкретной организации, выполняющей обучение операторов. Наиболее сложная и дорогостоящая форма реализации КТК основана на динамической модели мира [12], максимально соответствует реальной рабочей среде, включает 3d-модели производственных процессов, макеты устройств и элементов перегрузочных машин и инструменты VR/AR [3] для выполнения упражнений, автоматическое оценивание качества действий оператора в реальном времени. Более простые формы реализации КТК заключаются в создании статических тренажеров в виде программных систем на компьютере или планшете, включающих 2d- и 3d-модели оборудования, а также разработке программ для входного тестирования знаний операторов.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И СЦЕНАРИЕВ ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЙ НА КТК НА ОСНОВЕ ДИАГРАММ UML

Инструментом онтологического моделирования предметной области деятельности оператора выбраны диаграммы объектов UML [13] для формализованного описания производственных процессов. Данный инструмент является основой разработки алгоритмического и программного обеспечения упражнений на КТК.

На рис. 2 представлена построенная в виде диаграммы объектов UML онтологическая модель процесса разбора коллектора при техническом обслуживании установки крана. Каждый из объектов модели относится к классу «Действие». Числовые обозначения в названиях действий соответствуют описанию устройств машины из документации к ней. Отношения ассоциации показывают взаимосвязь (последовательность) действий при разборе коллектора. Поля класса, например, «выполняет оператор», определяют особенности имитации и оценки качества выполнения реальных технологических процессов в упражнениях на КТК. Допустимо совершенствование модели посредством добавления дополнительных полей классов (см. рис. 2).

На рис. 3 показана автоматная модель в виде диаграммы состояний UML [14], построенная на основе онтологической модели (см. рис. 2) и описывающая сценарий выполнения упражнения на КТК по разбору коллектора. Условия переходов между состояниями определяют последовательность выполнения задач в упражнении в зависимости от корректности действий обучаемого.

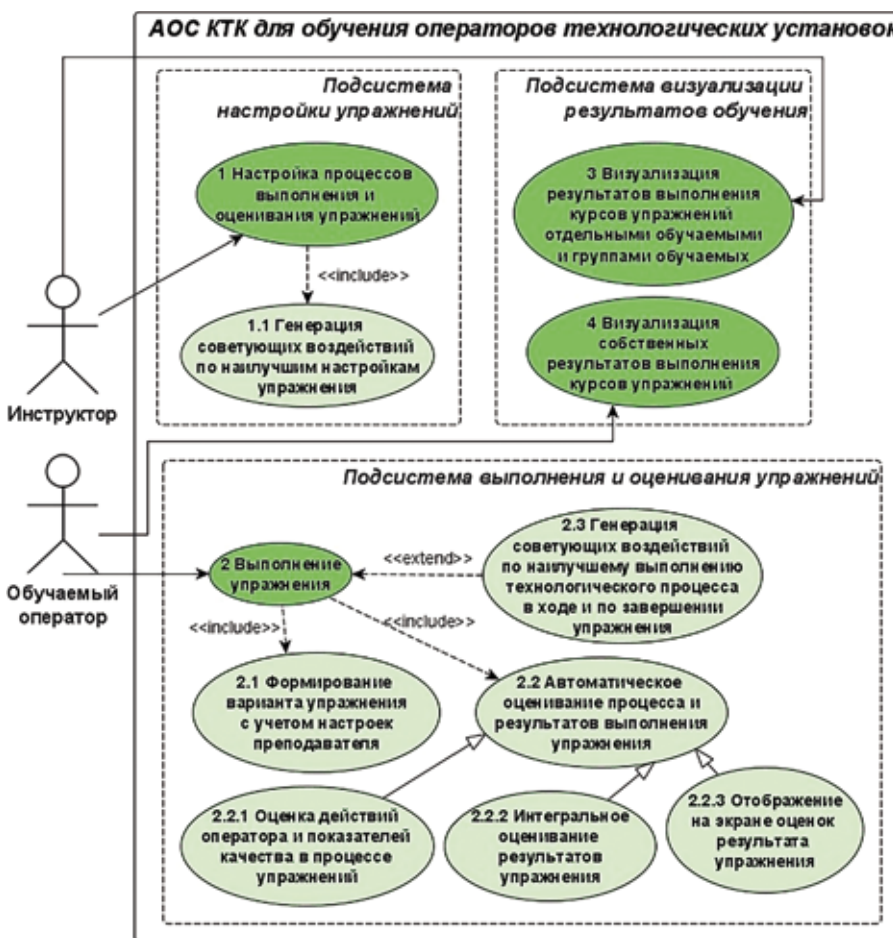


Рис. 1. Функциональные возможности АОС КТК (диаграмма Use Case UML)

Fig. 1. Functional capabilities of the automated training system for the computer training complex (UML Use Case diagram)



Рис. 2. Онтологическая модель (диаграмма объектов UML) процесса разборки коллектора
 Fig. 2. An ontological model (UML object diagram) of the collector disassembly process



Рис. 3. Сценарий выполнения упражнения по разборке коллектора в КТК
 Fig. 3. A scenario for performing the collector disassembly exercise in the computer training complex

На рис. 4 показана онтологическая модель (диаграмма объектов UML) процесса включения станции питания при эксплуатации перегрузочной машины. В данном примере модели содержится большее число действий по сравнению с рис. 2, а также показаны не только связи между действиями, но и определены (с использованием отношения композиции) нормативные значения параметров выполнения некоторых действий (физические величины).

На рис. 5 представлена автоматная модель (диаграмма состояний UML), построенная на основе онтологической модели (см. рис. 4) и описывающая сценарий выполнения упражнения по включению станции питания. Как отображено на рис. 5, условия на диаграмме помимо последо-

вательности действий отражают вариативность уровня сложности выполнения упражнения.

На основе визуальных моделей, аналогичных рис. 2, 3, 4, 5, с учетом их возможного совершенствования в зависимости от требований к программно-аппаратной реализации КТК, производится с необходимой степенью точности и детализации имитация производственных процессов на реальной перегрузочной машине.

АЛГОРИТМ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЯ

Допустимы различные алгоритмы определения качества выполнения упражнений (см. рис. 3, 5), в том числе с учетом настроек процесса оценивания, заданных инструк-

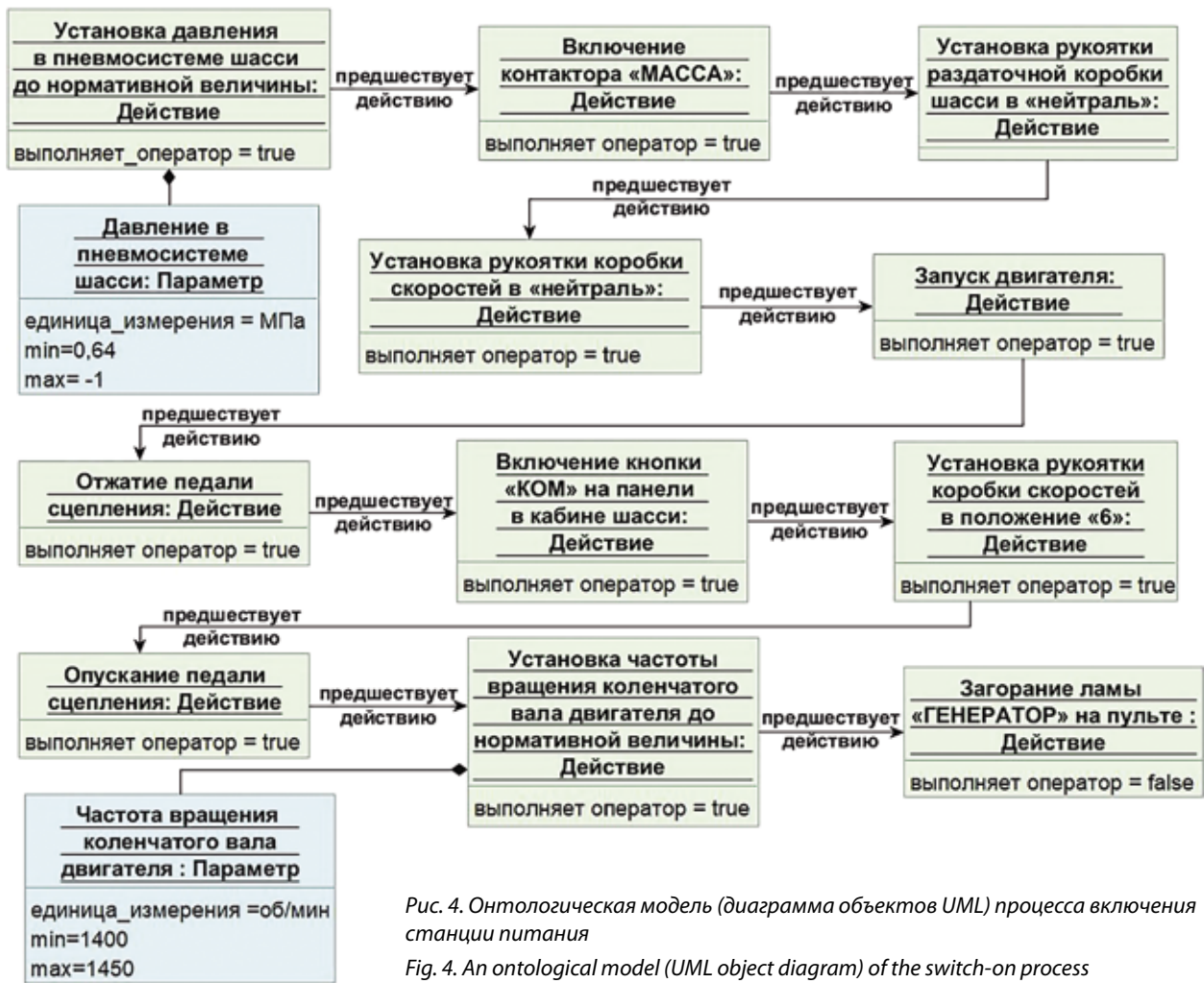


Рис. 4. Онтологическая модель (диаграмма объектов UML) процесса включения станции питания

Fig. 4. An ontological model (UML object diagram) of the switch-on process

тором. Обобщенное описание варианта алгоритма для вычисления качества выполнения упражнения включает следующие этапы:

1. По завершении j -й итерации (попытки) выполнения i -й задачи в упражнении производится расчет оценки $K_{ij}^{tsk.} \in [0; 1]$, определяющей уровень корректности выполнения данной задачи. В простейшем случае, например в статическом тренажере, разработанном как мобильное приложение и представляющем модификацию теста с заданиями закрытого типа и по установке последовательности действий, $K_{ij}^{tsk.} = 1$, когда задача выполнена верно, и $K_{ij}^{tsk.} = 0$, когда задача выполнена не верно. Для динамического тренажера расчет $K_{ij}^{tsk.} \in [0; 1]$ производится более сложным способом, с учетом показателей качества времени и точности выполнения действий оператором, согласно основанным на математических методах алгоритмам, в частности на базе аппарата нечетких множеств и функций полезности [3].

2. Вычисляется агрегированная оценка выполнения i -й задачи с учетом нескольких итераций по формуле

$$K_i^{tsk.} = \frac{\sum_{j=1}^{N_{itr.}} (w_{ij} \cdot K_{ij}^{tsk.})}{\sum_{j=1}^{N_{itr.}} w_{ij}}, \text{ где } N_{itr.} - \text{общее число итераций.}$$

Веса w_{ij} оценок за итерации определяются в настройках инструктора. В частном случае $w_{ij} = j$ (возрастание значимости очередной итерации).

3. Итоговая (интегральная) оценка выполнения упражнения, включающего $N_{tsk.}$ задач, рассчитывается по формуле

$$K_{ex.} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{tsk.}} (w_i \cdot K_i^{tsk.})}{\sum_{i=1}^{N_{tsk.}} w_i}. \text{ Веса } w_i \text{ задач определяются в настрой-$$

ках инструктора. В частном случае $w_i = N_{tsk.} - i + 1$ (убывание значимости очередной итерации).

В табл. 1 приведен пример вычисления значений $K_{ij}^{tsk.}$ и $K_i^{tsk.}$ для упражнения по разбору коллектора (см. рис. 3), реализованного в статическом тренажере.

На основе табл. 1 получаем исходные данные для вычисления интегральной оценки $K_{ex.}$, что представим в табл. 2. Таким образом, интегральная оценка выпол-

$$\text{нения упражнения равна } K_{ex.} = \frac{\sum_{i=1}^7 (w_i \cdot K_i^{tsk.})}{\sum_{i=1}^7 w_i} \approx 0,732, \text{ что}$$

соответствует примерно 73,2% от требуемых нормативов качества выполнения.

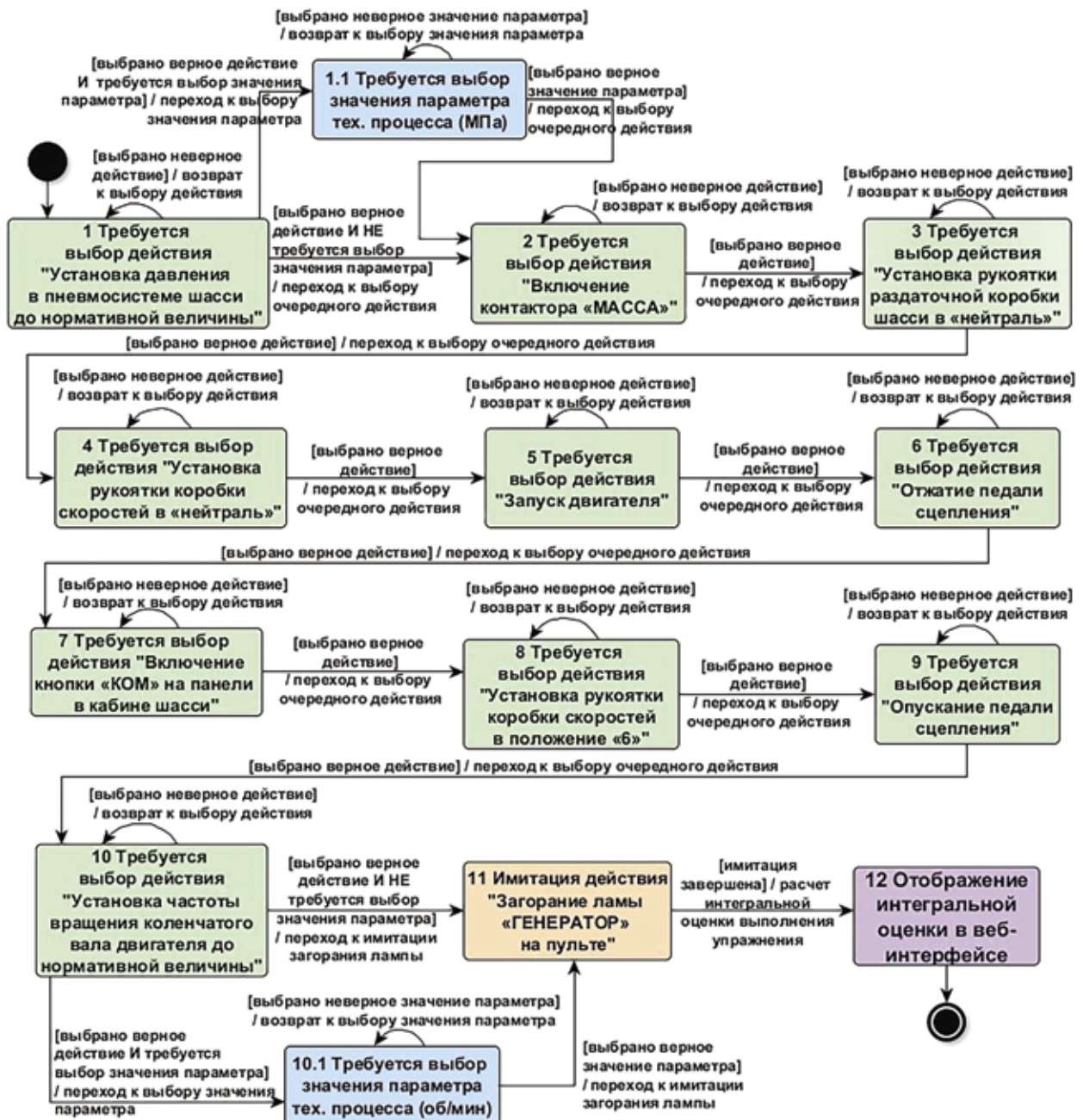


Рис. 5. Сценарий выполнения упражнения по включению станции питания

Fig. 5. A scenario for performing the power station switch-on exercise

В рассмотренном примере продемонстрировано, что применение КТК обеспечивает возможность детализированной автоматической оценки действий обучаемого. Как следствие, повышается точность результатов контроля знаний и навыков.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОТОТИПА КТК ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ И НАЧАЛЬНЫХ НАВЫКОВ У ОПЕРАТОРОВ

Разработан прототип статического тренажера в форме приложения с веб-интерфейсом для контроля у операторов знаний и навыков технического обслуживания перегрузочной машины (на примере автокрана). На рис. 6

предemonстрирован пример веб-интерфейса выполнения задачи в упражнении по разбору коллектора (согласно сценарию упражнения, представленному на рис. 3). В случае корректного выбора обучаемым оператором действия в интерфейсе на рис. 6 производится переход к выбору следующего действия (интерфейс на рис. 7), где добавлено выбранное на предыдущем шаге действие в блок-схему процесса разбора коллектора. Обучаемому в ходе упражнения могут быть доступны для просмотра 2d- и 3d-изображения устройств машины.

В случае некорректного выбора оператором действия в интерфейсе на рис. 6 при включенном режиме обучения производится визуализация допущенной ошибки (интер-

Пример вычисления значений K_{ij}^{tsk} и K_i^{tsk} для упражнения (см. рис. 3)
 Example of calculating the values of K_{ij}^{tsk} and K_i^{tsk} for the exercise in Fig. 3.

Задача в упражнении (выбор какого действия требуется)	Итерация выполнения задачи	Верно ($K_{ij}^{tsk} = 1$) / не верно ($K_{ij}^{tsk} = 0$)
1. Вывинтить болты 4 с шайбами 5: $K_1^{tsk} = \frac{\sum_{j=1}^3 (w_{1j} \cdot K_{1j}^{tsk})}{\sum_{j=1}^3 w_{1j}} = \frac{1 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 3 \cdot 1}{1 + 2 + 3} = \frac{3}{6} = 0,5$	1.1	0
	1.2	0
	1.3	1
2. Снять шайбу 3: $K_2^{tsk} = \frac{\sum_{j=1}^2 (w_{2j} \cdot K_{2j}^{tsk})}{\sum_{j=1}^2 w_{2j}} = \frac{1 \cdot 0 + 2 \cdot 1}{1 + 2} = \frac{2}{3} \approx 0,667$	2.1	0
	2.2	1
3. Извлечь сердечник 1 из коллектора 2: $K_3^{tsk} = 1$	3.1	1
4. Извлечь уплотнительные кольца 6 из отверстия в коллекторе 2: $K_4^{tsk} = K_2^{tsk} \approx 0,667$	4.1	0
	4.2	1
5. Промыть металлические детали коллектора: $K_5^{tsk} = 1$	5.1	1
6. Просушить металлические детали коллектора: $K_6^{tsk} = K_2^{tsk} \approx 0,667$	6.1	0
	6.2	1
7. Смазать трущиеся поверхности рабочей жидкостью: $K_7^{tsk} = 1$	7.1	1

Таблица 2

Исходные данные для вычисления интегральной оценки упражнения
 Initial data for calculating the integral estimate of the exercise

$w_1 = 7$ $K_1^{tsk} = 0,5$	$w_2 = 6$ $K_2^{tsk} = 0,667$	$w_3 = 5$ $K_3^{tsk} = 1$	$w_4 = 4$ $K_4^{tsk} = 0,667$	$w_5 = 3$ $K_5^{tsk} = 1$	$w_6 = 2$ $K_6^{tsk} = 0,667$	$w_7 = 1$ $K_7^{tsk} = 1$
--------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------

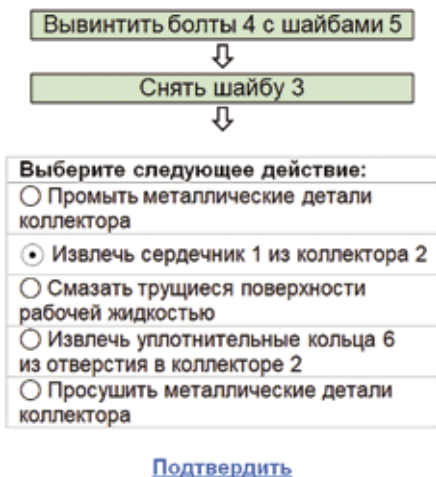


Рис. 6. Интерфейс выбора действия № 3
 Fig. 6. Action selection interface No. 3

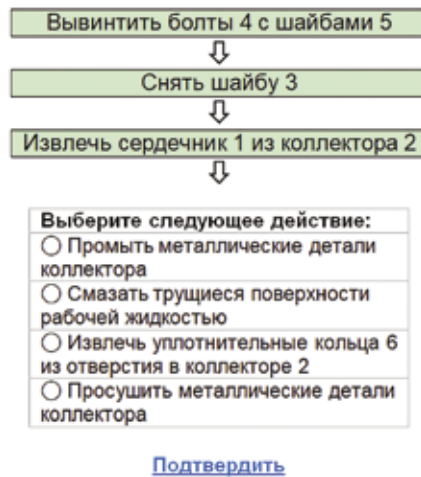


Рис. 7. Интерфейс выбора действия № 4
 Fig. 7. Action selection interface No. 4

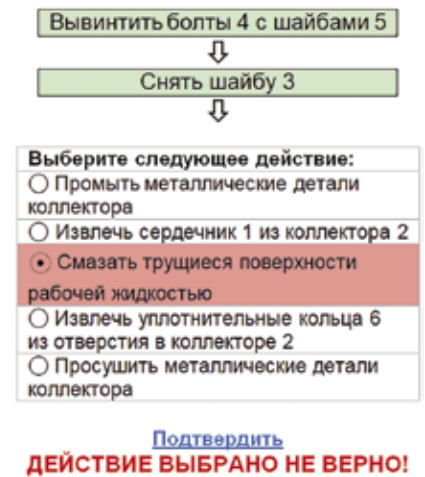


Рис. 8. Визуализация ошибки
 Fig. 8. Visualization of a power station fault

фейс на рис. 8), и обучаемому вновь предоставляется возможность выбора действия (допущенная ошибка влияет на снижение интегральной оценки выполнения упражнения).

На рис. 9 показан веб-интерфейс с наглядным отображением для обучаемого оператора и инструктора итоговой (интегральной) оценки упражнения и результатов выполне-

ния каждой задачи в упражнении. Интерфейс на рис. 9 представляет понятную для пользователя интерпретацию данных, описанных в табл. 1. Нажимая на гиперссылку напротив названия соответствующего действия, например «3 попытки» или «верно», производится переход к просмотру детальных результатов упражнения, аналогичных рис. 6, 7, 8.

Итоговая оценка упражнения	73,2%
Задача в упражнении	Оценка
Выбор действия №1: Вывинтить болты 4 с шайбами 5	3 попытки
Выбор действия №2: Снять шайбу 3	2 попытки
Выбор действия №3: Извлечь сердечник 1 из коллектора 2	Верно
Выбор действия №4: Извлечь уплотнительные кольца 6 из отверстия в коллекторе 2	2 попытки
Выбор действия №5: Промыть металлические детали коллектора	Верно
Выбор действия №6: Просушить металлические детали коллектора	2 попытки
Выбор действия №7: Смазать трущиеся поверхности рабочей жидкостью	Верно

Рис. 9. Результаты оценивания упражнения

Fig. 9. Exercise evaluation results

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработаны и формализованно описаны в графической нотации диаграмм Use Case UML функциональные требования к автоматизированной обучающей системе (АОС) компьютерного тренажерного комплекса (КТК) для подготовки операторов технологических установок. Функциональные требования к АОС КТК являются основой для разных форм программно-аппаратной реализации КТК в зависимости от требований конкретной организации, выполняющей обучение операторов. Преимущества использования КТК для подготовки операторов, согласно приведенным функциональным возможностям, достигаются посредством работы взаимосвязанных подсистем настройки упражнений, выполнения и оценивания упражнений, визуализации результатов обучения.

2. Разработана методика моделирования предметной области деятельности оператора (с применением диаграмм объектов UML) и сценариев выполнения упражнений в КТК (с применением диаграмм состояний UML). Методика обеспечивает формализованное описание с необходимой степенью точности и детализации имитируемых производственных процессов, являющееся основой для разработки алгоритмического и программного обеспечения упражнений в КТК.

3. Разработан и описан один из вариантов алгоритма определения качества выполнения упражнений (на основе интегрального оценивания) при обучении операторов на КТК. Согласно приведенному алгоритму, применение КТК обеспечивает возможность детализированной автоматической оценки действий обучаемого, что, как следствие, способствует повышению точности результатов контроля знаний и навыков.

4. Разработан прототип статического тренажера в форме приложения с веб-интерфейсом для контроля у операторов знаний и навыков технического обслуживания перегрузочной машины. Обеспечивается интерактивное взаимодействие оператора с программным приложением

ем КТК: продемонстрированы интерфейсы выполнения, оценивания упражнений, формирования советующих воздействий обучаемому о допущенных ошибках. Теоретические и практические результаты настоящего исследования возможно адаптировать к разработке КТК применительно к различным технологическим установкам и производственным процессам, в том числе в горнодобывающей отрасли.

Список литературы • References

1. Модернизация стрелы экскаватора ЭШ-10/70 в условиях технологического суверенитета / Л.И. Андреева, П.В. Давыдов, И.М. Шангареев и др. // Уголь. 2024. № 2. С. 47-51. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-47-51.
Andreeva L.I., Davydov P.V., Shangareev I.M., Lapin V.O. Modernization of the ЭШ-10/70 excavator boom in terms of technological sovereignty. *Ugol'*. 2024;(2):47-51. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-47-51.
2. Shklier F., Fayzrakhmanov R. Development of Exercise Designing Module for Computer Training Complex. Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT. 2019. Vol. 7. Iss. 1. pp. 37-41. Available at: DOI:10.25673/13480 (accessed 15.06.2025).
3. Mokrushin S.A., Polevshchikov I.S. Mathematical modeling of food production technological processes in a computer training complex for operator education. *BIO Web Conf.* 2024. Vol. 105. pp. 03007. Available at: <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410503007> (accessed 15.06.2025).
4. Корнилова К.А., Зотова А.С., Петрушова М.В. Совершенствование подготовки кадров для угольной промышленности через корпоративно-информационные механизмы // Уголь. 2024. № 4. С. 98-101. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-4-98-101.
Kornilova K.A., Zotova A.S., Petrushova M.V. Enhancement of personnel training for the coal industry through corporate information mechanisms. *Ugol'*. 2024;(4):98-101. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-4-98-101.
5. Venger A.L., Dozortsev V.M. Trust in artificial intelligence: modeling the decision making of human operators in highly dangerous situations. *Mathematics*. 2023;11(24):4956.
6. Ершова О.В., Чистякова Т.Б. Методы и технологии разработки компьютерных тренажеров для обучения ресурсосберегающему управлению электротехнологическими установками // Математические методы в технологиях и технике. 2021. № 8. С. 115-124.
Ershova O.V., Chistyakova T.B. Methods and technologies for developing computer simulators for teaching resource-saving control of electrical engineering installations. *Matematicheskie metody v tekhnologiyakh i tekhnike*. 2021;(8):115-124. (In Russ.).
7. Имитационный динамический тренажер для отработки процессов в топочных устройствах паровых котлов / Е.А. Бойко, С.В. Пачковский, В.Н. Вольнев и др. // Теплоэнергетика. 2022. № 4. С. 81-92.
Boyko E.A., Pachkovskiy S.V., Vol'nev V.N., Surgutskiy D.V. Simulation dynamic simulator for working out processes in combustion devices of steam boilers. *Teploenergetika*. 2022;(4):81-92. (In Russ.).
8. Мухаметгалиев И.Д., Агзамов З.В. Разработка человеко-машинного интерфейса тренажера наклонно-направленного бурения // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2020. № 1(123). С. 38-55.
Mukhametgaliev I.D., Agzamov Z.V. Development of a human-machine interface for a directional drilling simulator. *Problemy sbora,*

- podgotovki i transporta nefti i nefteproduktov.* 2020;1(123):38-55. (In Russ.).
9. Андриюшкова О.В., Карева М.А., Фишгойт Л.А. Использование интерактивных модулей платформы как критерий качества онлайн-курса // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2021. Т. 1. С. 70-72.
Andryushkova O.V., Kareva M.A., Fishgoyt L.A. Using interactive platform modules as a quality criterion for an online course. *Sovremennoe obrazovanie: sodержanie, tekhnologii, kachestvo.* 2021;(1):70-72. (In Russ.).
 10. Gasheva T.S., Vlasov D.I., Otinov A.V., Datsun N.N. Validation automation of UML diagrams created by students. *Proceedings of the Institute for System Programming of the RAS.* 2021;33(4):7-18.
 11. Alturas B. Connection between UML use case diagrams and UML class diagrams: a matrix proposal. *International Journal of Computer Applications in Technology.* 2023;72(3):161-168.
 12. Филатова Н.Н., Вавилова Н.И., Ахремчик О.Л. Мультимедиа тренажерные комплексы для технического образования // Educational Technology & Society. 2003. № 6(3). С. 164-186.
Filatova N.N., Vavilova N.I., Akhremchik O.L. Multimedia training complexes for technical education. *Educational Technology & Society.* 2003;6(3):164-186. (In Russ.).
 13. Di Felice P., Paolone G., Paesani R., Marinelli M. Design and implementation of a metadata repository about UML class diagrams. A software tool supporting the automatic feeding of the repository. *Electronics.* 2022;11(2): 201.
 14. Fan Ch., Zou P. Research on automatic test case generation method of flight control system based on UML state diagram. *Journal of Physics: Conference Series.* 2021;1961(1):012019.

Authors Information

Polevshchikov I.S. – PhD (Engineering), Associate Professor, Department of Automated Control Systems for Biotechnological Processes, Russian Biotechnological University, Moscow, 125080, Russian Federation, Associate Professor, Department of Information Systems and Digital Technologies, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, Moscow, 109004, Russian Federation, Associate Professor, Department of Information Technologies and Automated Systems, Perm National Research Polytechnic University, Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: i.s.polevshchikov@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 17.01.2025

Поступила после рецензирования: 17.06.2025

Принята к публикации: 27.06.2025

Paper info

Received January 17, 2025

Reviewed June 17, 2025

Accepted June 27, 2025

Кузбассразрезуголь победил в туристическом конкурсе VISIT KUZBASS 2025 с проектом промтуризма

Промышленный тур на Кедровский разрез угольной компании «Кузбассразрезуголь» второй год подряд признан «Лучшей экскурсией на действующее производство» в Кемеровской области. Итоги регионального конкурса VISIT KUZBASS 2025 были подведены на Международном научно-популярном фестивале «Динотерра».



В 2024 г. экскурсию «Сила угля Кузбасса» на Кедровском угольном разрезе посетили 1500 человек. С начала текущего года угольное предприятие приняло почти 700 гостей из России и зарубежных

стран. На карте промышленного туризма разреза отмечены гости из Испании, Тайланда, Белоруссии.

«Кедровский угольный разрез по праву считается визитной карточкой кузбасской угледобычи. Близость к областному центру и развитая туристическая инфраструктура традиционно делают наш маршрут привлекательным для туристов. Следуя принципу открытости деятельности, Компания готова показать гостям региона современный профиль угледобычи – цифровой, технологичной, с комфортными и безопасными условиями труда», – отметила **директор по связям с общественностью и коммуникациям УК «Кузбассразрезуголь» Мария Пименова.**

Кузбассразрезуголь реализует программу промтуризма с 2021 г. За это время ежегодный туристический поток вырос почти в 5 раз. В 2024 г. угольная компания вошла в ТОП-10 рейтинга самых открытых предприятий России, реализующих программы промышленного туризма, а также одержала победу в XI Всероссийской туристической премии «Маршрут года».

Пресс-служба УК «Кузбассразрезуголь»