

<https://doi.org/10.25559/SITITO.022.202601.194-202>
УДК 377.5:004.94

Оригинальная статья

Критериально-диагностический инструментарий оценки уровня сформированности компетенций в среде цифрового двойника

А. Г. Уймин*, И. М. Морозов

ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 119991, Российская Федерация, г. Москва, Ленинский проспект, д. 65

* uymin.a@gubkin.ru

Аннотация

Введение. Распространение технологии цифрового двойника в системе профессионального образования обуславливает потребность в пересмотре подходов к диагностике сформированности компетенций. Традиционные оценочные средства, ориентированные на контроль декларативного знания, недостаточно валидны при оценивании деятельности в динамически изменяющейся инфокоммуникационной среде.

Материалы и методы. Теоретико-методологический анализ литературы, системно-деятельностный подход, педагогическое моделирование, элементы Learning Analytics и Process Mining применительно к цифровому следу обучающегося, квалиметрический подход.

Результаты исследования. Предложена трёхкомпонентная критериальная база (когнитивно-деятельностный, функционально-результативный с привязкой к SLA, ценностно-этический критерии); обоснована уровневая дифференциация (репродуктивный, продуктивный, творческий) с матрицей дескрипторов; разработана архитектура автоматизированной системы оценивания и формула интегральной оценки.

Обсуждение и заключение. Обоснован принцип «валидации действием», обеспечивающий переход от субъективной экспертной оценки к метрической; формализованы организационно-педагогические условия применения инструментария. Инструментарий применим в программах СПО и высшего образования по направлениям информатики и информационной безопасности.

Ключевые слова: цифровой двойник, профессиональные компетенции, критериально-диагностический инструментарий, телеметрия, цифровой след, SLA, валидация действием, автоматизированное оценивание

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Уймин А. Г., Морозов И. М. Критериально-диагностический инструментарий оценки уровня сформированности компетенций в среде цифрового двойника // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2026. Т. 22, № 1. С. 194-202. <https://doi.org/10.25559/SITITO.022.202601.194-202>

© Уймин А. Г., Морозов И. М., 2026



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



Современные
информационные
технологии
и ИТ-образование

Criterion-Based Diagnostic Toolkit for Assessing the Level of Competency Formation in a Digital Twin Environment

A. G. Uymin*, I. M. Morozov

Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, Russian Federation

Address: 65 Leninsky Prospekt, Moscow 119991, Russian Federation

* uymin.a@gubkin.ru

Abstract

Introduction. The spread of Digital Twin technology in vocational education necessitates a revision of approaches to diagnosing competency formation. Traditional assessment tools focused on controlling declarative knowledge are insufficiently valid for evaluating activities in a dynamically changing infocommunication environment.

Materials and Methods. Theoretical and methodological literature analysis, system-activity approach, pedagogical modeling, elements of Learning Analytics and Process Mining applied to the student's digital footprint, qualimetric approach.

Results. A three-component criteria base is proposed (cognitive-activity, functional-resultative with SLA binding, value-ethical criteria); level differentiation (reproductive, productive, creative) with a descriptor matrix is substantiated; the architecture of an automated assessment system and an integral assessment formula are developed.

Discussion and Conclusion. The principle of "validation by action" is substantiated, ensuring a transition from subjective expert assessment to metric assessment; organizational and pedagogical conditions for applying the toolkit are formalized. The toolkit is applicable in vocational and higher education programs in informatics and information security.

Keywords: digital twin, professional competencies, criterion-based diagnostic toolkit, telemetry, digital footprint, SLA, validation by action, automated assessment

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interest.

For citation: Uymin A.G., Morozov I.M. Criterion-Based Diagnostic Toolkit for Assessing the Level of Competency Formation in a Digital Twin Environment. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2026;22(1):194-202. <https://doi.org/10.25559/SITITO.022.202601.194-202>



Введение

Современная парадигма профессионального образования характеризуется переходом к практико-ориентированной модели подготовки специалистов на основе сопряжения требований ФГОС и профессиональных стандартов. В условиях цифровой трансформации экономики и обновления профессиональных функций специалистов компетентностный подход трансформируется в категорию диагностируемую, требующую инструментально измеримых оснований верификации образовательного результата [1-5].

Технология цифрового двойника, первоначально сложившаяся в индустриальной парадигме, получила распространение в системе профессионального образования [6-11]. Цифровой двойник в образовательном контексте представляет собой управляемую виртуальную среду, в которой обучающийся выполняет квазипрофессиональные действия. Принципиальной особенностью такой среды является непрерывная фиксация цифрового следа [2, 3] — последовательности команд, конфигурационных изменений, событий и реакций системы, формирующего эмпирическую базу для применения методов учебной аналитики [12-14].

Возникает противоречие между инновационным потенциалом цифрового двойника и инерцией традиционных оценочных процедур, опирающихся на тестовый контроль и субъективную экспертизу.

Цель статьи — обосновать и разработать критериально-диагностический инструментарий оценки уровня сформированности профессиональных компетенций в среде цифрового двойника. В статье решаются задачи: 1) обосновать концептуальные основания проектирования оценочных средств; 2) сформировать трёхкомпонентную систему критериев и матрицу дескрипторов уровневой дифференциации; 3) описать архитектуру автоматизированной системы оценивания и формализовать интегральную оценку; 4) определить организационно-педагогические условия. Эмпирической областью верификации выступает подготовка специалистов в области сетевого и системного администрирования (ФГОС СПО 09.02.06).

Материалы и методы

Проблематика диагностики сформированности компетенций в условиях цифровой образовательной среды получила в литературе разностороннее освещение. В работе [3] раскрыт компетентностный подход как методологическая основа конструирования оценочных средств с дифференциацией компетенции (нормативного требования) и компетентности (личностного качества). В исследовании [13] показано, что соотношение «жестких» и «мягких» навыков в подготовке ИТ-специалистов требует дифференцированных оценочных процедур. Сопряжение процедур государственной итоговой аттестации и независимой оценки квалификаций в СПО [5] формулирует требование к совместимости образовательных и производственных оценочных систем; в высокотехнологичных областях такая совместимость достижима только при переходе к деятельностным метрикам.

Концепция цифрового следа и инструментарий учебной аналитики являются одним из активно развивающихся направлений [2, 3]. В работе [2] цифровой след рассматривается как регулятор профессионального самоопределения. Авторы публи-

кации [11] анализируют элементы цифрового следа как основу оценки качества педагогической практики. В обзоре [6] на материале 93 публикаций показано, что наибольший потенциал учебной аналитики раскрывается в формирующем оценивании. В работе [24] приведены кейсы применения учебной аналитики для развития компетенций будущего.

Технология цифрового двойника как образовательное средство теоретически осмыслена в [18-23]. Систематический обзор [18] фиксирует, что интеграция цифровых двойников и виртуальных образовательных сред повышает результативность по показателям решения проблемных задач. В прикладной плоскости информационной безопасности существенный вклад вносит концепция киберполигона [15], [16]: реалистичной контролируемой виртуальной среды для отработки компетенций защиты информационных систем.

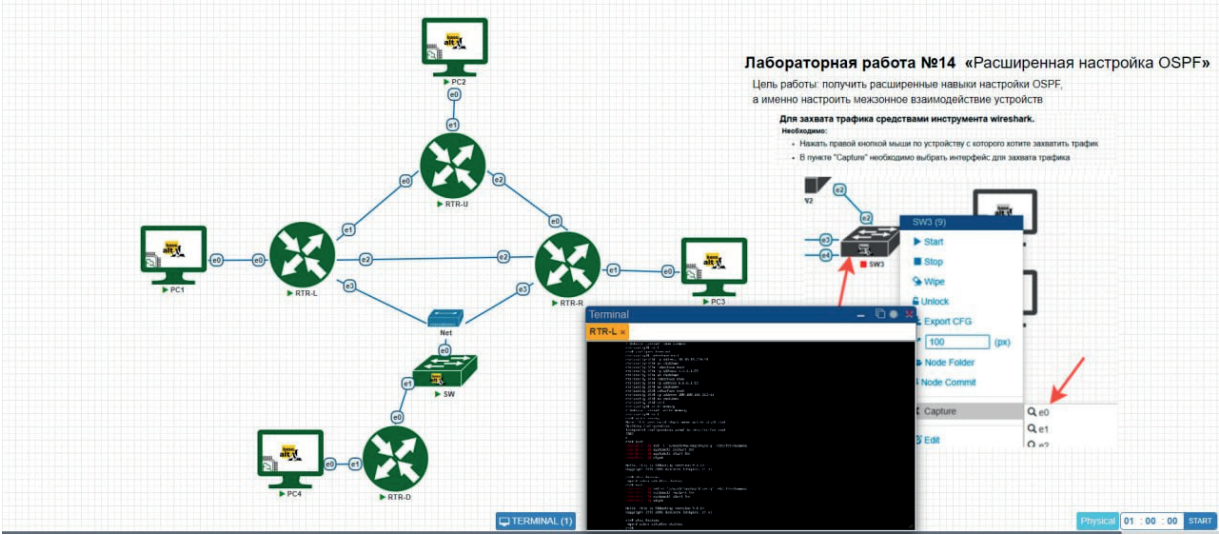
В отечественной педагогической литературе вопросам критериально-диагностического обеспечения посвящён ряд работ. В [1] раскрыт критериально-диагностический инструментарий мониторинга качества подготовки педагогов. Применение искусственного интеллекта в учебной аналитике рассмотрено в [17]; зафиксирован разрыв между технологической логикой развития учебной аналитики и логикой педагогического дизайна.

Несмотря на существенный задел, в литературе наблюдаются три лакуны. Первая — большинство критериальных моделей формулируется на содержательно-описательном уровне без сопряжения с инструментальными индикаторами цифровой среды. Вторая — недостаточно проработана интегральная агрегационная процедура, объединяющая разнородные показатели в сопоставимый балл с учётом сложности сценария. Третья — слабо проработаны организационно-педагогические условия перехода от субъективной экспертизы к метрическому оцениванию. В отличие от перечисленных работ, в настоящем исследовании критериальная база, уровневая дифференциация и архитектура автоматизированной системы оценивания формируются как единая методическая конструкция, опирающаяся на принцип «валидации действием».

Методологическим базисом инструментария выступают системно-деятельностный подход и теория контекстного обучения, согласно которым единицей анализа результата является не изолированное знание, а профессиональное действие в контексте. Цифровой двойник воспроизводит квазипрофессиональный контекст с высокой достоверностью; «арбитром» правильности действия выступает не преподаватель, а реакция моделируемой системы на управляющие воздействия обучающегося. Примером такого цифрового двойника является платформа проведения демонстрационного экзамена по специальности 09.02.06, приведена на рисунке 1.

Ключевым принципом проектирования инструментария мы определяем принцип «валидации действием» (*Validation by Action*): профессиональная компетенция считается сформированной, если обучающийся способен перевести состояние цифрового двойника из исходного в целевое, соответствующее заданному уровню качества обслуживания. Принцип обеспечивает переход от субъективной оценки к метрической, основанной на телеметрии и анализе цифрового следа. В результате работы формируется функциональный отчет с обратной связью. Пример функционального отчета приведен на рисунке 2.





Р и с. 1. Элемент интерфейса цифрового двойника
Fig. 1. Digital twin interface element

Источник: здесь и далее в статье все таблицы и рисунки составлены авторами.
Source: Hereinafter in this article all tables and figures were made by the authors.

```
-----IP-АДРЕСАЦИЯ-----
[PC1] Вывод команды:
ens3 UP 87.87.87.1/24 fe80::8aef:8d6c:bffa:77c/64
Warning: Permanently added '[localhost]:40034' (ECDSA) to the list of known hosts.

[PC1]: 87.87.87.1 (Получено +2%)
[PC2] Вывод команды:
ens3 UP 87.87.87.2/24 fe80::a601:d4c4:42cc:81d5/64
Warning: Permanently added '[localhost]:40036' (ECDSA) to the list of known hosts.

[PC2]: 87.87.87.2 (Получено +2%)
[PC3] Вывод команды:
ens3 UP 82.82.82.3/24 fe80::c593:146:cf2:f35e/64
Warning: Permanently added '[localhost]:40037' (ECDSA) to the list of known hosts.

[PC3]: 82.82.82.3 (Получено +2%)
[PC4] Вывод команды:
ens3 UP 82.82.82.4/24 fe80::892b:121c:b471:5a79/64
Warning: Permanently added '[localhost]:40038' (ECDSA) to the list of known hosts.

[PC4]: 82.82.82.4 (Получено +2%)
[PC5] Вывод команды:
ens3 UP 87.87.87.5/24 fe80::7a90:5390:bb64:842/64
Warning: Permanently added '[localhost]:40039' (ECDSA) to the list of known hosts.

[PC5]: 87.87.87.5 (Получено +2%)

-----ИМЕНА МОСТОВ-----
[SW-HQ1] Вывод команды:
ce5a7988-fd27-4fa5-8389-91621e5cfe91
Bridge SW-HQ1
Port ens3
Interface ens3
Port ens5
```

Р и с. 2. Функциональный отчет
Fig. 2. Functional report



Из принципа валидации действием вытекают следствия. Первое — объектом оценивания становится сам акт действия, зафиксированный в логах, что сближает образовательную процедуру с методологией поведенческого интервью индустриальной диагностики. Второе — процессуальность оценивания: контроль трансформируется в непрерывный мониторинг полного жизненного цикла моделируемой системы, что согласуется с подходами Learning Analytics [17], [22]. Третье — интегральность: фиксируются десятки разнородных показателей (синтаксическая корректность команд, время реакции на инцидент, доступность сервиса, нарушения регламентов безопасности), что требует корректной агрегационной процедуры. Четвёртое — прогностическая функция: накопление цифрового следа на длительном горизонте [2], [4] позволяет переходить от ретроспективной констатации к предиктивной аналитике профессиональной успешности.

Результаты исследования

Разработана трёхкомпонентная система критериев, интегрирующая требования технической грамотности, функциональной результативности и ценностно-смысловой регуляции деятельности.

Когнитивно-деятельностный критерий отражает уровень владения «жёсткими навыками». Технологическая корректность фиксируется через автоматический парсинг конфигурационных файлов (`show config file <FILENAME>` в EcoRouterOS, `/etc/network/interfaces` в Linux); цифровой двойник сравнивает команды обучающегося с эталоном (Золотым стендом) или регулярными выражениями. Индикаторы: отсутствие синтаксических ошибок, конфликтов IP-адресации, петель маршрутизации, некорректных масок подсети. Операционная результативность фиксируется через End-to-End-тестирование: циф-

ровой двойник генерирует синтетический трафик (ICMP, HTTP, VoIP, SIP) и проверяет его прохождение между контрольными точками.

Функционально-результативный критерий с привязкой к SLA отражает специфику деятельности администратора — обеспечение непрерывности бизнес-процессов. Доступность сервисов измеряется как процент аптайма; для высокого уровня сформированности компетенции в стресс-сценариях требуется $\geq 99,9$ %. Скорость восстановления (MTTR) — среднее время между инъекцией сбоя и восстановлением связности. Цифровой двойник сопоставляет её с эталонным временем эксперта. Стоимость простоя — виртуальный экономический ущерб, рассчитываемый на основе длительности простоя критических сервисов; этот показатель интегрирует технические ошибки в бизнес-эквивалент.

Ценностно-этический критерий оценивает сформированность профессиональной культуры. Соблюдение информационной этики и безопасности фиксируется через мониторинг попыток несанкционированного доступа, использования слабых паролей, отключения журналирования, нарушения принципа наименьших привилегий. Сформированность критического мышления оценивается через анализ логов: использует ли обучающийся диагностические команды (`show`, `debug`, `status`) перед изменениями или действует методом неструктурированного перебора. Эта оценка опирается на методологию Process Mining.

Уровневая дифференциация в среде цифрового двойника выстроена с опорой на отечественную традицию таксономирования уровней усвоения. Выделяются три уровня: репродуктивный, продуктивный, творческий. Каждому сопоставлены характеристика деятельности, типовые задачи, инструментальные индикаторы телеметрии и метод автоматизированной оценки (таблица 1).

Таблица 1. Матрица дескрипторов уровней сформированности компетенций
Table 1. Descriptor matrix for levels of competency development

Уровень	Характеристика деятельности	Типовые задачи в среде цифрового двойника	Инструментальные индикаторы (телеметрия)	Метод автоматизированной оценки
Репродуктивный (алгоритмический)	Узнавание и воспроизведение усвоенных алгоритмов; работа по шаблону	Развёртывание и базовая настройка: IP-адресация, VLAN, OSPF/RIP по готовой топологии	Синтаксическая точность ≥ 95 %; отсутствие конфликтов адресов	Статический анализ конфигурации (diff-анализ относительно эталона)
Продуктивный (эвристический)	Применение знаний в изменённой ситуации; самостоятельный выбор методов; диагностика	Эксплуатация и устранение инцидентов: поиск неисправностей L2/L3, восстановление сервисов	SLA $\geq 99,0$ %; MTTR в пределах бенчмарков; диагностика до правок	Функциональное тестирование, инъекция сбоев; Process Mining
Творческий (креативный)	Создание новых способов деятельности; решение задач в условиях неопределённости	Проектирование и защита: отказоустойчивая архитектура, отражение кибератак	Резильентность под нагрузкой; экономическая эффективность; оригинальность	Мультикритериальная оптимизация; стресс-тестирование; пентестинг



На репродуктивном уровне обучающийся корректно воспроизводит стандартные операционные процедуры по пошаговому руководству; цифровой двойник проверяет наличие конкретных строк в конфигурации. На продуктивном уровне реализуется сценарий «Сломанная сеть»: двойник загружает конфигурацию с инъектированными ошибками, обучающийся локализует и устраняет сбой. Система оценивает функциональный результат и характеристики траектории действий: если обучающийся приступает к изменению настроек без диагностики, фиксируется низкий уровень критического мышления. На творческом уровне реализуется сценарий «Киберполигон» [15], [16]: обучающийся проектирует сегмент сети и защищает его от автоматизированных атак, генерируемых ботами цифрового двойника.

Автоматизированная система оценивания (*Automated Assessment System, AAS*) интегрируется в состав цифрового двойника и состоит из трёх функциональных слоёв.

Слой телеметрии (*Data Collection Layer*) обеспечивает сбор сырых данных от агентов мониторинга: потоки Syslog и SNMP-трапов, статистику NetFlow/sFlow, историю команд оболочки и AAA-учёт, формирующие цифровой след действий обучающегося. Архитектура слоя в части синхронизации событий и обработки разнородных потоков согласуется с подходами обработки дискретно-непрерывных потоков.

Слой анализа и обработки (*Processing & Analysis Layer*) преобразует сырые данные в «поведенческие блоки», агрегирующие последовательности команд по смыслу действия (последовательность ping → traceroute → show ip int br интерпретируется как блок «Первичная диагностика»). Алгоритмы Process Mining восстанавливают граф действий и сопоставляют его с эталонными графами экспертов [13].

Слой принятия решений и обратной связи сопоставляет текущее состояние среды с целевым, вычисляет интегральный балл и формирует сообщения обратной связи. Это позволяет верифицировать качество разработки материалов и грамотно подходить к их актуализации [17]. Существенный элемент — модуль «Цифровой тьютор». При фиксации повторяющейся ошибки на репродуктивном уровне система генерирует подсказку или упрощает задачу — это и есть принцип скаффолдинга.

Для объективизации итогового балла предлагается модель взвешенной суммы показателей. Формула интегральной оценки R выполнения профессионального модуля:

$$R = K_{complexity} \cdot \sum_i (w_i \cdot I_i) - P_{penalty},$$

где I_i — нормированное значение i -го индикатора (доступности сервиса, соответствия требованиям безопасности, технологической корректности конфигурации); w_i — весовой коэффициент значимости индикатора ($\sum w_i = 1$), зависящий от уровня сложности задания; $K_{complexity}$ — коэффициент сложности сценария, учитывающий количество устройств и гетерогенность среды; $P_{penalty}$ — суммарные штрафные баллы за нарушение критических ограничений (нарушение принципов информационной этики, превышение допустимого времени простоя).

Результаты представляются в формате SLA-дашборда и радарной диаграммы компетенций, что реализует принцип про-

зрачности оценки и способствует формированию рефлексии обучающегося [3], [9].

Эффективность инструментария зависит от четырёх ключевых условий. Первое — модульность и адаптивная маршрутизация: содержание оценочных средств структурируется в соответствии с трудовыми функциями профессионального стандарта; цифровой двойник автоматически маршрутизирует обучающегося между сценариями различной сложности на основе цифрового следа [7], [11], [25]. Второе — трансформация роли преподавателя: педагог занимает позицию консультанта, наставника и архитектора сценариев; «истину в последней инстанции» устанавливает не педагог, а техническая система. Третье — пролонгированность оценивания: методика охватывает не только развёртывание (Day 0), но и эксплуатацию (Day 1) и оптимизацию (Day 2) сетевой инфраструктуры; накопление цифрового следа на длительном горизонте позволяет реализовать прогностическую функцию [2]. Четвёртое — соблюдение требований к информационной безопасности и приватности: необходимо формализовать перечень собираемых данных в локальных нормативных актах, получить информированное согласие обучающегося на обработку цифрового следа, обеспечить хранение в соответствии с законодательством РФ о защите персональных данных [26].

Обсуждение и заключение

В исследовании предложен критериально-диагностический инструментарий оценки уровня сформированности профессиональных компетенций в среде цифрового двойника. Обоснован принцип «валидации действием», обеспечивающий переход от субъективной оценки к метрической на основе телеметрии и цифрового следа. Разработана трёхкомпонентная критериальная база (когнитивно-деятельностный, функционально-результативный с привязкой к SLA, ценностно-этический критерии), операционализированная через инструментальные индикаторы цифрового двойника. Обоснована уровневая дифференциация (репродуктивный, продуктивный, творческий) с матрицей дескрипторов. Описана архитектура автоматизированной системы оценивания и формализована интегральная оценка выполнения профессионального модуля. Сформулированы организационно-педагогические условия реализации методики. Объективизация оценки через метрики SLA и интеллектуальный анализ цифрового следа обеспечивает прогностичность профессиональной подготовки. Перспективы дальнейших исследований связаны с эмпирической верификацией инструментария в условиях реального образовательного процесса и разработкой моделей предиктивной аналитики для индивидуализации образовательных траекторий.



Список использованных источников

- [1] Строкова Т. А. Критериально-диагностический инструментальный мониторинг качества подготовки будущих педагогов к практико-ориентированной исследовательской деятельности // Образование и наука. 2016. № 3(132). С. 29-43. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-3-29-43>
- [2] Бояринов Д. А. Цифровой след обучающегося // Системы компьютерной математики и их приложения. 2025. № 26. С. 317-321. EDN: UDZHVN
- [3] Лапчик Д. М., Федорова Г. А., Гайдамак Е. С. Цифровой след в образовательной среде как регулятор профориентации студентов на педагогическую профессию // Журнал СФУ. Гуманитарные науки. 2021. Т. 14, № 9. С. 1388-1398. <https://doi.org/10.17516/1997-1370-0827>
- [4] Воскрекасенко О. А., Толкачева Н. В. Концептуализация образовательной среды: от классических подходов к цифровым трансформациям // Отечественная и зарубежная педагогика. 2026. Т. 1, № 1(111). С. 103-112. <https://doi.org/10.24412/2224-0772-2026-111-103-112>
- [5] Федоров В. А., Третьякова Н. В., Тюрина Г. А. Сопряжение процедур государственной итоговой аттестации и независимой оценки квалификаций в СПО // Профессиональное образование и рынок труда. 2022. Т. 10, № 3(50). С. 35-54. <https://doi.org/10.52944/PORT.2022.50.3.007>
- [6] Алашеев С. Ю., Посталюк Н. Ю., Прудникова В. А. Внешняя оценка качества подготовки в системе СПО: региональные особенности // Профессиональное образование и рынок труда. 2025. Т. 13, № 3. С. 6-27. <https://doi.org/10.52944/PORT.2025.62.3.001>
- [7] Попов В. С., Абросимова-Романова Л. А. Ключевые, основные и социальные компетенции и компетентности в подходе И.А. Зимней: проблема классификации // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. 2025. № 2(47). С. 174-178. <https://doi.org/10.36809/2309-9380-2025-47-174-178>
- [8] Мельник Н. М. Универсальная интеллектуально-информационная поддержка персональной профессиональной ориентации: эволюционно-деятельностный подход // Научное мнение. 2020. № 12. С. 45-51. <https://doi.org/10.25807/RVN.2224378.2020.12.45.51>
- [9] Педагогическое сопровождение профессионального самоопределения и его возможные модели в условиях неопределенности социума и рынков труда / В. И. Блинов [и др.] // Профессиональное образование и рынок труда. 2020. № 3(42). С. 72-85. <https://doi.org/10.24411/2307-4264-2020-10310>
- [10] Третьякова А. Н. Модернизация профориентационной деятельности как назревшая необходимость // Самоуправление. 2023. № 5(138). С. 259-262. EDN: SYAREN
- [11] Смыковская Т. К., Крючкова К. С. Анализ элементов цифрового следа прохождения педагогической практики как основа оценки ее качества // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 1. С. 37. <https://doi.org/10.17513/spno.32433>
- [12] Ромашкова О. Н., Мухаммад Д. И. Модели управления развитием профессиональных компетенций специалистов в организационных системах ИТ-компаний // Современные наукоемкие технологии. 2025. № 9. С. 123-131. <https://doi.org/10.17513/snt.40496>
- [13] Карпов А. В., Карпов А. А., Присяжнюк С. О. Специфика формирования профессиональных компетенций специалистов IT-сферы // Национальный психологический журнал. 2024. Т. 19, № 4. С. 201-214. <https://doi.org/10.11621/npj.2024.0414>
- [14] Ершова Н. Ю. Компетентностно-ролевой подход в системе подготовки специалистов в сфере информационных технологий // Непрерывное образование: XXI век. 2025. Т. 13, № 4. С. 98-112. <https://doi.org/10.15393/j5.art.2025.11191>
- [15] Прохоров А. И. Киберполигон как современный инструмент обеспечения информационной безопасности // Информатизация в цифровой экономике. 2023. Т. 4, № 4. С. 363-378. <https://doi.org/10.18334/ide.4.4.119301>
- [16] Гайдамакин Н. А. Киберполигоны: история создания, функциональность, технологии, функционально-техническая архитектура // Защита информации. Инсайд. 2025. № 6(126). С. 10-20. EDN: MTXSXN
- [17] Optimizing formative assessment with learning analytics / S. K. Banihashem [et al.] // Review of Educational Research. 2025. Article number: 00346543251370753. <https://doi.org/10.3102/00346543251370753>
- [18] Mathur A. P. Reconfigurable digital twin to support research, education, and training in the defense of critical infrastructure // IEEE Security & Privacy. 2023. Vol. 21, issue 4. P. 51-60. <https://doi.org/10.1109/MSEC.2023.3267890>
- [19] Karanam S. A. K., Hartman N. W. A systematic review of digital twin (DT) and virtual learning environments (VLE) for smart manufacturing education // Manufacturing Letters. 2025. Vol. 44. P. 1597-1608. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2025.03.012>
- [20] Digital twin technology for engineering education: An experiential learning case study / T. Speicher [et al.] // Industry and Higher Education. 2025. Article number: 0950422261443589. <https://doi.org/10.1177/0950422261443589>
- [21] Jankovskis D., Cirule I., Carbone A. Digital twins and e-learning: Navigating challenges and opportunities // International Conference on Higher Education Learning Methodologies and Technologies Online. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. P. 169-179. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45678-9_12
- [22] Kleimola R., Leppisaari I. Learning analytics to develop future competences in higher education: a case study // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2022. Vol. 19, issue 1. Article number: 17. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00324-y>
- [23] Zhou H., Li M., Sun Y. Utilizing Digital Twin Simulation Technologies to Build ICS Cyber Ranges // International Conference on



Network Simulation and Evaluation. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. P. 283-294. https://doi.org/10.1007/978-981-99-1234-5_21

- [24] Искусственный интеллект для учебной аналитики и этапы педагогического проектирования: обзор решений / Е. А. Другова [и др.] // Вопросы образования. 2022. № 4. С. 107-153. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2022-4-107-153>
- [25] Дегтярёв С. С., Терентьева О. А., Уймин А. Г. Оптимизация процесса разработки оценочных материалов для проведения государственной итоговой аттестации обучающихся СПО по специальности 09.02.06 «Сетевое и системное администрирование» в форме демонстрационного экзамена // Russian Journal of Education and Psychology. 2025. Т. 16, № 3. С. 211-236. <https://doi.org/10.12731/2658-4034-2025-16-3-751>
- [26] Уймин А. Г., Белоусов А. В. Поведенческая биометрическая аутентификация и ее применимость в системах с комплексной дискретно-непрерывной передачей информации // Системы управления, связи и безопасности. 2025. № 4. С. 1-26. <https://doi.org/10.24412/2410-9916-2025-4-001-026>

Поступила 08.02.2026; одобрена после рецензирования 12.03.2026; принята к публикации 27.03.2026.

Об авторах:

Уймин Антон Григорьевич, старший преподаватель, ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина» (119991, Российская Федерация, г. Москва, Ленинский проспект, д. 65), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1572-5488>, uymin.a@gubkin.ru

Морозов Илья Михайлович, преподаватель, ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина» (119991, Российская Федерация, г. Москва, Ленинский проспект, д. 65), ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9304-3757>, morozowilui@gmail.com

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

- [1] Stroková T.A. Criteria and diagnostic tools for monitoring quality assessment of pre-service teachers' training for practice-oriented research activity. *Obrazovanie i nauka* = The Education and science journal. 2016;(3):29-43. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-3-29-43>
- [2] Boyarinov D.A. Digital Trace of a Student. *Sistemy komp'yuternoj matematiki i ih prilozheniya* = Computer Mathematics Systems and Their Applications. 2025;(26):317-321. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: UDZHVN
- [3] Lapchik D.M., Fedorova G.A., Gaidamak E.S. Digital footprint in the educational environment as a regulator of student vocational guidance to the teaching profession. *J. Sib. Fed. Univ. Humanit. soc. sci.* 2021;14(9):1388-1398. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.17516/1997-1370-0827>
- [4] Voskreskasenko O.A., Tolkacheva N.V. Conceptualization of the educational environment: from classical approaches to digital transformations. *Domestic and Foreign Pedagogy*. 2026;1(1):103-112. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.24412/2224-0772-2026-111-103-112>
- [5] Fedorov V.A., Tretyakova N.V., Tyurina G.A. Combining the procedures of the state final certification with independent assessment of qualifications in a secondary vocational education. *Vocational Education and Labour Market*. 2022;10(3):350-54. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.52944/PORT.2022.50.3.007>
- [6] Alashev S.Yu., Postalyuk N.Yu., Prudnikova V.A. External assessment of the training quality in the VET system: Regional features. *Vocational Education and Labour Market*. 2025;13(3):6-27. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.52944/PORT.2025.62.3.001>
- [7] Popov V.S., Abrosimova-Romanova L.A. Key, Essential and Social Competencies and Competences in the Approach of I. A. Zimnaya: Classification Problem. *Review of Omsk State Pedagogical University. Humanitarian research*. 2025;(2):174-178. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.36809/2309-9380-2025-47-174-178>
- [8] Melnik N.M. Universal intellectual and informational support of personal vocational guidance: the evolutionary activity approach. *The Scientific Opinion journal*. 2020;(12):45-51. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.25807/PBH.22224378.2020.12.45.51>
- [9] Blinov V.I., Esenina E.Ju., Rodichev N.F., Sergeev I.S. Pedagogical support of professional self-determination and its possible models in the conditions of uncertainty of society and labor markets. *Vocational Education and Labour Market*. 2020;(3):72-85. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.24411/2307-4264-2020-10310>
- [10] Tretyakova A.N. Modernization of career guidance activities as an urgent need. *Samoupravlenie*. 2023;(5):259-262. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: SYAREN
- [11] Smykovskaya T.K., Kryuchkova K.S. Analysis of the elements of the digital trail of pedagogical practice as a basis for assessing its quality. *Modern problems of science and education*. 2023;(1):37. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.17513/spno.32433>
- [12] Romashkova O.N., Mukhammad D.I. Models of managing the development of professional competences of specialists in organizational systems of it companies. *Modern high technologies*. 2025;(9):123-131. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.17513/snt.40496>



- [13] Karpov A.V., Karpov A.A., Prisyazhnyuk S.O. Development of professional competencies in IT-specialists. *National Psychological Journal*. 2024;19(4):201-214. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.11621/npj.2024.0414>
- [14] Ershova N.Yu. The competency-role approach to the education and training of information technology professionals. *Nepreryvnoe obrazovanie: XXI vek = Lifelong education: the 21st century*. 2025;13(4):98-112. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.15393/j5.art.2025.11191>
- [15] Prokhorov A.I. *Kiberpoligon kak sovremennyy instrument obespecheniya informatsionnoy bezopasnosti* [Cyberpolygon as a modern information security tool]. *Informatizatsiya v tsifrovoy ekonomike*. 2023;4(4):363-378. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.18334/ide.4.4.119301>
- [16] Gaidamakin N.A. Cyber Range: History of Creation, Functionality, Technologies, Functional and Technical Architecture. *Zašita informacii. Inside*. 2025;(6):10-20. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: MTXSXN
- [17] Banihashem S.K., et al. Optimizing formative assessment with learning analytics. *Review of Educational Research*. 2025;00346543251370753. <https://doi.org/10.3102/00346543251370753>
- [18] Mathur A.P. Reconfigurable digital twin to support research, education, and training in the defense of critical infrastructure. *IEEE Security & Privacy*. 2023;21(4):51-60. <https://doi.org/10.1109/MSEC.2023.3267890>
- [19] Karanam S.A.K., Hartman N.W. A systematic review of digital twin (DT) and virtual learning environments (VLE) for smart manufacturing education. *Manufacturing Letters*. 2025;44:1597-1608. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2025.03.012>
- [20] Speicher T., et al. Digital twin technology for engineering education: An experiential learning case study. *Industry and Higher Education*. 2025;09504222261443589. <https://doi.org/10.1177/09504222261443589>
- [21] Jankovskis D., Cirule I., Carbone A. Digital twins and e-learning: Navigating challenges and opportunities. In: International Conference on Higher Education Learning Methodologies and Technologies Online. Cham: Springer Nature Switzerland; 2023. p. 169-179. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45678-9_12
- [22] Kleimola R., Leppisaari I. Learning analytics to develop future competences in higher education: a case study. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2022;19(1):17. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00324-y>
- [23] Zhou H., Li M., Sun Y. Utilizing Digital Twin Simulation Technologies to Build ICS Cyber Ranges. In: International Conference on Network Simulation and Evaluation. Singapore: Springer Nature Singapore; 2023. p. 283-294. https://doi.org/10.1007/978-981-99-1234-5_21
- [24] Drugova E.A., Zhuravleva I.I., Zakharova U.S., Sotnikova V.E., Yakovleva K.I. *Iskusstvenny intellekt dlya uchebnoy analitiki i etapy pedagogicheskogo proektirovaniya: obzor resheniy* [Artificial Intelligence for Learning Analytics and Instructional Design Steps: An Overview of Solutions]. *Voprosy obrazovaniya = Educational Studies Moscow*. 2022;(4):107-153. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2022-4-107-153>
- [25] Degtyarev S.S., Terentyeva O.A., Uymin A.G. Optimization of the development process of assessment materials for the state final certification of vocational education students in specialty 09.02.06 "Network and system administration" in the form of a demonstration exam. *Russian Journal of Education and Psychology*. 2025;16(3):211-236. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.12731/2658-4034-2025-16-3-75>
- [26] Uymin A.G., Belousov A.V. Behavioral Biometric Authentication and Its Application in Systems with Hybrid Discrete-Continuous Information Transmission. *Systems of Control, Communication and Security*. 2025;(4):1-26. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.24412/2410-9916-2025-4-001-026>

Submitted 08.02.2026; approved after reviewing 12.03.2026; accepted for publication 27.03.2026.

About the authors:

Anton G. Uymin, Senior Lecturer, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University) (65 Leninsky Prospekt, Moscow 119991, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1572-5488>, uymin.a@gubkin.ru

Ilya M. Morozov, Lecturer, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University) (65 Leninsky Prospekt, Moscow 119991, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9304-3757>, morozowilui@gmail.com

All authors have read and approved the final manuscript.

