

## ОЦЕНКА СФОРМИРОВАННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ ВУЗА

Ю. В. Вайнштейн<sup>1</sup>, Р. В. Есин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Сибирский федеральный университет  
660041, Россия, г. Красноярск, Свободный пр-т, д. 79

### Аннотация

В статье представлена методика оценки сформированности профессиональных компетенций в цифровой среде вуза. Предложенная в работе методика включает принципы, которые должны быть учтены при оценке результатов обучения в цифровой среде вуза, трехступенчатый подход к построению учебного процесса с применением адаптивных электронных обучающих курсов (АЭОК), модель оценки сформированности профессиональных компетенций в АЭОК. Научная новизна и оригинальность методики состоит в построении модели, включающей формализацию структуры адаптивного электронного обучающего курса и средств оценивания трудовых функций: знаний, умений и трудовых действий по когнитивному, праксиологическому и аксиологическому компонентам компетенции. Для оценки результатов сформированности профессиональных компетенций осуществлена формализация структуры и оценочных средств адаптивного электронного обучающего курса. Предложены формулы оценки профессиональной компетенции по отдельным модулям дисциплины, по дисциплине и по образовательной программе в целом, реализуемой в цифровой среде вуза. Представлены результаты апробации методики оценивания сформированности профессиональных компетенций при обучении студентов направления подготовки «Информационные системы и технологии» Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета. Предложенная в статье методика оценки сформированности профессиональных компетенций в цифровой среде вуза позволяет минимизировать субъективизм со стороны преподавателя в оценке результатов обучения студентов, а также позволяет осуществлять автоматизированную оценку сформированности профессиональных компетенций в цифровой среде вуза и согласно стандартам ФГОС ВО 3++ обеспечивает достаточную объективность при оценке уровня их сформированности. В перспективе предложенная методика может быть распространена для оценивания уровня сформированности универсальных и общепрофессиональных компетенций учебного плана и стать универсальной для оценки уровня подготовки выпускника вуза.

**Ключевые слова:** цифровая среда вуза, адаптивный электронный обучающий курс, электронное обучение, профессиональные компетенции, оценка результатов обучения.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-6-52-60

### Для цитирования:

Вайнштейн Ю. В., Есин Р. В. Оценка сформированности профессиональных компетенций в цифровой среде вуза // Информатика и образование. 2020. № 6. С. 52–60.

**Статья поступила в редакцию:** 19 марта 2020 года.

**Статья принята к печати:** 19 мая 2020 года.

### Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-013-00654.

### Сведения об авторах

**Вайнштейн Юлия Владимировна**, канд. тех. наук, доцент кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; YWeinstein@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0002-8370-7970

**Есин Роман Витальевич**, канд. пед. наук, ст. преподаватель кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; resin@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0002-9682-4690

## 1. Введение

Начало XXI века в современной образовательной практике можно охарактеризовать как начало эры электронного обучения. Феномен электронного обучения призван соответствовать происходящим изменениям мышления современного человека и повсеместной цифровизации. Исследованию аспектов развития электронного обучения и развития цифровой среды посвящены работы многих зарубежных и отечественных авторов, которые сходятся во мнении, что современное образование невозможно представить без цифровых технологий и электронного обучения, которое стало частью образовательной практики (см., например, [1–5]). Для обеспечения

образовательного процесса в новых реалиях соответствующей законодательной базой в России вводятся изменения в существующие нормативные документы (федеральный закон № ФЗ-273 «Об образовании в Российской Федерации», ФГОС ВО и др.), при этом особое внимание уделяется положениям законов, регламентирующим использование электронного обучения.

С 2009 года образовательный процесс в высшей школе регламентируется Федеральными государственными образовательными стандартами третьего поколения, разработанными на основе компетентностного подхода. В ФГОС ВО обозначена необходимость формирования у студентов универсальных или общекультурных, общепрофессиональных

и профессиональных компетенций. Будучи современным подходом к оценке результатов обучения, компетентностный подход делает акцент на осуществлении деятельности и ее результатах, согласующихся с запросами государства, общества и работодателей.

**Электронное обучение имеет ряд преимуществ, которые кардинально отличают данный вид обучения от традиционного:**

- во-первых, изучение учебного материала может осуществляться в индивидуальном темпе;
- во-вторых, временные рамки обучения подбираются индивидуально каждым участником образовательного процесса;
- в-третьих, появляется возможность учета индивидуальных характеристик обучающихся, влияющих на глубину, сложность и способ представления учебного материала, а также приемы его изучения.

Анализируя преимущества компетентностного подхода и электронного обучения, отметим **основные принципы, которые должны быть учтены при оценке результатов обучения в информационно-образовательной среде вуза:**

- *принцип целостности* — формирование целостного восприятия дисциплины и достижение целостного формирования компетенций студентов в процессе обучения;
- *принцип релевантности* — содержание учебного контента является актуальным для обучающихся и находится в контексте профессиональной деятельности; оценивание проводится с использованием контрольно-измерительных материалов, сформированных с учетом профессиональной деятельности будущих выпускников;
- *принцип цикличности* — организация образовательного процесса включает последовательное формирование необходимых знаний, умений, трудовых действий, предметных компетенций по каждой порции учебного материала с необходимостью его повторного освоения при получении неудовлетворительных образовательных результатов;
- *принцип индивидуализации и вариативности* — обеспечение индивидуализации оценивания результатов обучения в электронной среде с использованием вариативности учебного контента, включающего многоуровневые контрольно-измерительные материалы, позволяющего построить индивидуальную образовательную траекторию и сформировать индивидуальное пространство учебных материалов для каждого студента.

Совокупность данных принципов отражает специфику и особенности учебной деятельности в информационно-образовательной среде и позволяет реализовывать образовательный процесс на основе полипарадигмального подхода, гармонично сочетающего преимущества контекстного, личностно-ориентированного, фундаментального, междис-

циплинарного и других подходов на основе целей ведущего компетентностного подхода, концентрируя фокус образовательной системы на студенте и обеспечивая согласованность образовательных результатов [6–8].

## 2. Оценка результатов обучения в электронной среде

В настоящее время существуют различные подходы к оценке результатов обучения в электронной среде, но отсутствует целостный подход к оценке сформированности профессиональных компетенций в информационно-образовательной среде вуза в соответствии с ФГОС ВО 3++. В связи с этим *особую актуальность приобретает задача разработки целостной методики оценки сформированности профессиональных компетенций в информационно-образовательной среде вуза, которая бы основывалась на полипарадигмальном подходе и учитывала особенности обучения в электронной среде.*

**Электронная информационно-образовательная среда вуза** включает совокупность информационных и телекоммуникационных технологий, электронных обучающих курсов (ЭОК), а также соответствующих технологических средств, необходимых и достаточных для организации взаимодействия всех участников образовательного процесса. Первоначально определим, как осуществляется оценка образовательных результатов в рамках электронных обучающих курсов, в том числе адаптивных.

Для оценки результатов обучения в электронном курсе, вслед за А. В. Коньшиевой [9], определим условия эффективности контроля, которые включают соответствие форм и видов контроля проверяемой деятельности, надежность форм контроля, отражающих систематичность получаемых результатов, возможность получения мгновенной обратной связи обучающимся, проходящим проверку, и проверяющим о результатах обучения каждого студента.

Требования ФГОС ВО указывают разработчикам образовательных программ на необходимость формирования составляющих компетентности, достаточных для выполнения профессиональной деятельности [10–12]. Проанализировав структуру и содержание разработанных профессиональных стандартов информационно-технологических направлений подготовки (область профессиональной деятельности «06 — связь, информационные и коммуникационные технологии»), отметим, что каждая трудовая функция характеризуется «необходимыми знаниями», «необходимыми умениями» и «трудовыми действиями».

**Учебный процесс с применением электронных обучающих курсов** в настоящее время проектируется согласно модели обратного педагогического дизайна и включает в себя следующие этапы [13]:

- проектирование результатов обучения;
- проектирование методов оценивания результатов обучения;
- проектирование стратегии преподавания.

Начнем с проектирования результатов обучения. На основе принципов системного подхода (Б. Г. Ананьев, В. П. Беспалько, Н. Винер, Э. Г. Юдин) будем рассматривать компетенцию в рамках трехкомпонентной структуры, состоящей из аксиологического, когнитивного и праксиологического компонентов, ориентируясь на работы И. А. Зимней, С. И. Осиповой, В. А. Шершневой, Л. В. Шкеринной, А. В. Хуторского. Выделение **когнитивного компонента** компетенции обосновано наличием знаниевого базиса для выполнения профессиональной деятельности, что находит свое отражение в федеральных и профессиональных стандартах. Когнитивный компонент отвечает за объем получаемых знаний, необходимых для применения компетенции в профессиональной деятельности. **Праксиологический компонент** следует рассматривать как систему интегрированных научных знаний, профессиональных умений и навыков и опыт профессионально-практического применения данных умений в деятельности при выполнении элементов трудовых действий. **Аксиологический компонент** компетенции определяет личностное отношение к выполняемой деятельности и совокупность ценностных ориентаций при решении профессиональных задач. Любой работодатель приоритетно рассматривает выбор специалиста, мотивированного к выполнению заданного вида работ, осознающего значимость и ценность трудовой деятельности.

Соответствие средств оценивания в ЭОК и результатов обучения в разрезе компонентов профессиональной компетенции представлено в таблице. Для каждой трудовой функции ставится в соответствие набор знаний, умений и трудовых действий, необходимых для осуществления данной деятельности. Под необходимыми профессиональными знаниями понимается освоенная специализированная информация, методы ее применения и переработки, имеющие существенное значение для выполнения профессиональной деятельности. Необходимые знания становятся базисом формирования необходимых умений, требуемых для выполнения трудовых действий. Умения представляют собой выполнение трудовых действий, основанных на профессиональных

знаниях. А трудовые действия рассматриваются как осуществление умений, доведенное до автоматизма и обеспечивающее высокую производительность выполнения профессиональных задач [14, 15].

Разработка индикаторов достижения профессиональных компетенций на основе профессиональных стандартов и разработки дескрипторов оценивания выраженности индикаторов представляет собой отдельную образовательную проблему [16, 17]. Ее решение заключается в последовательной декомпозиции профессиональных компетенций учебного плана на необходимые знания, умения и трудовые действия согласно профессиональным стандартам, в разработке для каждого из них соответствующих индикаторов достижения и декомпозиции этих индикаторов на множество проверяемых дескрипторов в средствах оценивания по дисциплине [18–20].

При проектировании оценочных средств необходимо ориентироваться на возможности электронного обучения и особенности работы в электронной среде [21].

Для оценивания уровня сформированности когнитивной составляющей в ЭОК и увеличения активного взаимодействия предлагается использовать различные тестовые задания закрытого типа. Они направлены на оценивание **знания** базового содержания учебного материала.

Сформированность необходимых **умений** оценивается в процессе выполнения тестовых заданий открытого типа и индивидуальных заданий. Индивидуальными заданиями в дисциплине могут выступать любые виды работ, позволяющие студентам проявить умения, необходимые для выполнения определенного вида профессиональной деятельности, а именно: лабораторные работы, кейсы, исследовательские задания, реферативные задания, типовые расчетные задания и т. д. [22].

Оценивание сформированности **трудовых действий** как наивысшей составляющей профессиональной компетентности осуществляется при помощи тестовых заданий открытого типа с ограничением по времени выполнения и проектных заданий. Ограничение по времени используется для доведения до автоматизма способности выполнять задачи про-

Таблица

Результаты обучения и средства их оценивания

| Компетенции     | Результаты обучения    |                    | Средства оценивания результатов обучения                   | Общий вклад в развитие компетенции, % |
|-----------------|------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                 | Компоненты компетенции | Трудовые функции   |                                                            |                                       |
| Компетенция - 1 | Аксиологический        | —                  | Шкала академической мотивации                              | 15                                    |
|                 | Когнитивный            | Необходимые знания | Тестовые задания закрытого типа                            | 25                                    |
|                 | Праксиологический      | Необходимые умения | Тестовые задания открытого типа.<br>Индивидуальные задания | 30                                    |
|                 |                        | Трудовые действия  | Проектные задания                                          | 30                                    |

фессиональной деятельности. Только проявление в деятельности профессиональных характеристик позволяет говорить о сформированности профессиональной компетенции, при этом проектная деятельность позволяет формировать наряду с предметными и профессиональными компетенциями личностные и межличностные [23].

**Определение процентного соотношения общего вклада при оценке сформированности компетенции** было проведено на основе метода экспертных оценок, в экспертизе участвовали 53 преподавателя Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета.

**Стратегия адаптивного обучения**, получившая широкое распространение в последние годы, реализуется при помощи адаптивных электронных обучающих курсов (АЭОК). *Под адаптивными электронными обучающими курсами* понимаются электронные обучающие курсы, обеспечивающие формирование индивидуальной образовательной траектории и предоставляющие студенту персональное образовательное пространство, наполненное учебными материалами, форма и содержание которых «подстраиваются» под индивидуальные характеристики обучающихся [24]. При этом адаптивность реализуется на трех уровнях:

- адаптация содержания материалов дисциплины;
- адаптация формы изложения материала;
- адаптация нормативных параметров уровня усвоения материалов.

При этом образовательный контент АЭОК строится на основе *теории микрообучения*, т. е. представляется небольшими порциями, время изучения которых непродолжительно, что необходимо для максимальной концентрации внимания во время освоения контента, но в то же время достаточно для полного изучения логически связанного содержания учебного материала. Такой подход при формировании когнитивного компонента в процессе обучения с применением АЭОК способствует повышению результативности электронного обучения.

### 3. Формальное представление структуры и оценочных средств в цифровой среде

Для создания эффективной модели оценки результатов сформированности профессиональных компетенций осуществлена формализация структуры и оценочных средств АЭОК.

**Каждый модуль АЭОК предлагается представлять в виде:**

$$M = \langle P, TT, IA, PA \rangle,$$

где:

$P$  — множество порций теоретического материала внутри модуля  $j = 1, m$ ;

$TT$  — множество тестовых заданий;

$IA$  — множество индивидуальных заданий;

$PA$  — множество заданий проектной деятельности.

После изучения каждой порции студент проходит тестирование для определения уровня усвоения когнитивной составляющей и переходит к формированию прагматической составляющей профессиональной компетентности.

Каждой порции учебного контента соответствует набор тестовых заданий для проверки необходимых знаний, умений и трудовых действий, соответствующих профессиональному стандарту. Для студентов определяется нормативный (пороговый) уровень усвоения заложенных знаний, умений и трудовых действий  $St$  методом экспертных оценок.

**Множество порций теоретического материала** можно представить в виде:

$$P = \langle n_j, K, A, S \rangle,$$

где:

$j$  — номер порции теоретического материала;

$n_j$  — теоретический материал  $j$ -й порции;

$K$  — множество необходимых знаний;

$A$  — множество необходимых умений;

$S$  — множество трудовых действий.

**Множество необходимых знаний** можно представить в виде:

$$K = \langle k_j, KT, KSt_j \rangle,$$

где:

$k_j$  — набор знаний к изучению, которые соответствуют каждой  $j$ -й порции материала;

$KT$  — множество тестовых заданий для проверки уровня усвоения знаний;

$KSt_j$  — множество нормативных значений уровня усвоения когнитивной составляющей для каждой  $j$ -й порции теоретического материала.

**Множество необходимых умений** можно представить в виде:

$$A = \langle a_j, AT, IA, ASt_j \rangle,$$

где:

$a_j$  — набор умений, необходимых к освоению, которые соответствуют каждой  $j$ -й порции материала;

$AT$  — множество тестовых заданий для проверки уровня усвоения базовых умений;

$IA$  — множество индивидуальных заданий;

$ASt_j$  — множество нормативных значений уровня усвоения умений для каждой  $j$ -й порции материала.

**Множество трудовых действий** можно представить в виде:

$$S = \langle s_j, ST, PA, SSt_j \rangle,$$

где:

$s_j$  — набор трудовых действий, необходимых к изучению, которые соответствуют каждой  $j$ -й порции материала;

$ST$  — множество тестовых заданий для проверки уровня автоматизации базовых умений профессиональной деятельности;

$PA$  — множество заданий проектной деятельности в форме групповых работ, профессиональных проектов, практик и т. д.;

$SSt_j$  — множество нормативных значений уровня усвоения трудовых действий для каждой  $j$ -й порции материала.

**Итоговую оценку профессиональной компетенции** на основе изучения дисциплины можно представить следующим образом:

$$Comp_k = \sum_{i=1}^n qM_i \cdot M_i + qT \cdot FT,$$

где:

$Comp_k$  — численная оценка компетенции в  $k$ -й дисциплине, направленной на формирование этой компетенции;

$M_i$  — оценка за  $i$ -й модуль курса ( $i = \overline{1, n}$ );

$qM_i$  — коэффициент вклада  $i$ -го модуля в сформированность компетенции;

$FT$  — оценка за итоговое тестирование по дисциплине;

$qT$  — коэффициент вклада итогового тестирования в оценивание сформированности компетенции.

Итоговое тестирование по дисциплине может проводиться в двух форматах:

- очное — на аудиторном занятии по дисциплине с использованием разработанных контрольно-измерительных материалов;
- онлайн — с использованием технологии онлайн-прокторинга, что позволяет минимизировать субъективность при оценивании работы и провести валидацию результатов тестирования в электронной среде [25]. При этом:

$$\sum_{i=1}^n qM_i + qT = 1.$$

**Оценка за  $i$ -й модуль курса** определяется следующим образом:

$$M_i = qK \cdot KCC + qS \cdot ACC + qV \cdot VCC,$$

где:

$qK$  — коэффициент вклада когнитивной компоненты;

$KCC$  — оценка сформированности когнитивного компонента компетенции;

$qS$  — коэффициент вклада праксиологической компоненты;

$ACC$  — оценка сформированности праксиологического компонента компетенции;

$qV$  — коэффициент вклада аксиологической компоненты;

$VCC$  — оценка сформированности аксиологического компонента компетенции.

**Оценка когнитивного компонента компетенции:**

$$KCC = \sum_{j=1}^m KT_j,$$

где  $KT_j$  — оценка за  $j$ -е тестирование когнитивной составляющей.

**Оценка праксиологического компонента компетенции:**

$$ACC = \sum_{j=1}^m AT_j + IA_{ij} + \sum_{j=1}^m ST_j + GA_{ij},$$

где:

$AT_j$  — оценка за  $j$ -е тестирование сформированности базовых умений профессиональной деятельности;

$IA_{ij}$  —  $j$ -е индивидуальное задание по  $i$ -му модулю (если к какой-либо порции теоретического материала не предусмотрено индивидуальное задание, то  $IA_{ij} = 0$ );

$ST_j$  — оценка за  $j$ -е тестирование сформированности автоматизированности выполнения базовых умений профессиональной деятельности;

$GA_{ij}$  —  $j$ -е групповое задание по  $i$ -му модулю.

Для **оценивания аксиологического компонента VCC** профессиональной компетенции используется модифицированный опросник «Шкалы академической мотивации», разработанный Т. О. Гордеевой, О. А. Сычевым и Е. Н. Осиным [26] на основе шкалы академической мотивации Валлеранда и предназначенный для измерения выраженности и типа мотивации к учебной деятельности как отражения мотивации к будущей профессиональной деятельности выпускника. Опросник позволяет оценить внутреннюю мотивацию, включающую познавательную мотивацию и мотивацию достижения.

Для **получения численной оценки аксиологического компонента** компетенции предлагается просуммировать значения шкал внутренней мотивации, отражающих стремление узнать новое, понять изучаемый предмет, испытать удовольствие в процессе решения трудных задач и провести нормирование:

$$VCC = \frac{ПМ_p + МД_p}{\max_p (ПМ_p + МД_p)},$$

где:

$p$  — номер студента;

$ПМ_p$  — оценка познавательной мотивации  $p$ -го студента;

$МД_p$  — оценка мотивации достижения  $p$ -го студента.

Отметим, что формирование профессиональной компетенции зачастую происходит в нескольких дисциплинах. Поэтому на начальном этапе разработки учебного плана для направления подготовки необходимо для каждой профессиональной компетенции определить перечень формирующих ее дисциплин и каждой дисциплине проставить коэффициент, отражающий вклад данной дисциплины в формирование компетенции. Например, если некоторая условная компетенция ПК-1 формируется в  $l$  дисциплинах, которые распределены в учебном плане, тогда ее оценку можно определить, как:

$$COMP^{ПК-1} = \sum_{k=1}^l q_k^{ПК-1} \cdot Comp_k,$$

где  $q_k^{ПК-1}$  — коэффициент вклада  $k$ -й дисциплины в формирование профессиональной компетенции ПК-1.

Таким образом, если компетенция формируется последовательно, то говорить об уровне ее сформированности будет возможно только после изучения всего цикла дисциплин, формирующих указанную профессиональную компетенцию.

#### 4. Апробация методики оценивания сформированности профессиональных компетенций

Методика оценивания сформированности профессиональных компетенций была апробирована на 232 студентах первого и второго курсов направления подготовки «Информационные системы и технологии» в Институте космических и информационных технологий Сибирского федерального университета в процессе формирования профессиональной компетенции ПК-10 «Способность использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований». Данная компетенция соответствует обобщенным трудовым функциям «формализация и алгоритмизация поставленных задач» профессионального стандарта 06.001 «Программист» и «описание алгоритмов компонентов, включая методы и схемы» профессионального стандарта 06.003 «Архитектор программного обеспечения». Данную компетенцию формируют как математические дисциплины «Математический анализ», «Алгебра и геометрия», «Дискретная математика» и т. д. на первых курсах обучения, так и специальные дисциплины учебного плана, направленные на применение формируемой компетенции в профессиональной деятельности, — «Теория информационных процессов и систем», «Анализ данных», «Машинное обучение» и др. Всего на формирование данной компетенции в учебном плане направлено восемь дисциплин, четыре из которых реализуются на первых двух курсах обучения.

На основе определения коэффициентов вклада дисциплин по схеме формирования компетенций к концу второго курса у студентов направления подготовки «Информационные системы и технологии»

максимальный уровень сформированности данной компетенции достигает 30 %:

$$\sum_{k=1}^6 q_k^{\text{ПК-10}} = 0,3.$$

Остальные 70 % будут сформированы на старших курсах.

Для оценки сформированности компетенции на любом этапе обучения были использованы уровни сформированности компетенции:

- **пороговый** — предполагает отражение тех ожидаемых результатов обучения, которые имеют минимальный и достаточный набор трудовых функций для решения типовых профессиональных задач;
- **повышенный** — предполагает способность самостоятельно использовать потенциал интегрированных трудовых функций для решения профессиональных задач повышенной сложности;
- **высокий** — предполагает способность творчески решать любые профессиональные задачи, определенные в рамках формируемой деятельности, самостоятельно осуществлять поиск новых подходов для решения профессиональных задач, комбинировать и преобразовывать ранее известные способы их решения.

На момент окончания студентами второго курса были получены результаты, демонстрирующие положительную динамику формирования профессиональных компетенций. Динамика формирования профессиональной компетенции «Способность использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований» у студентов первого курса представлена на рисунке.

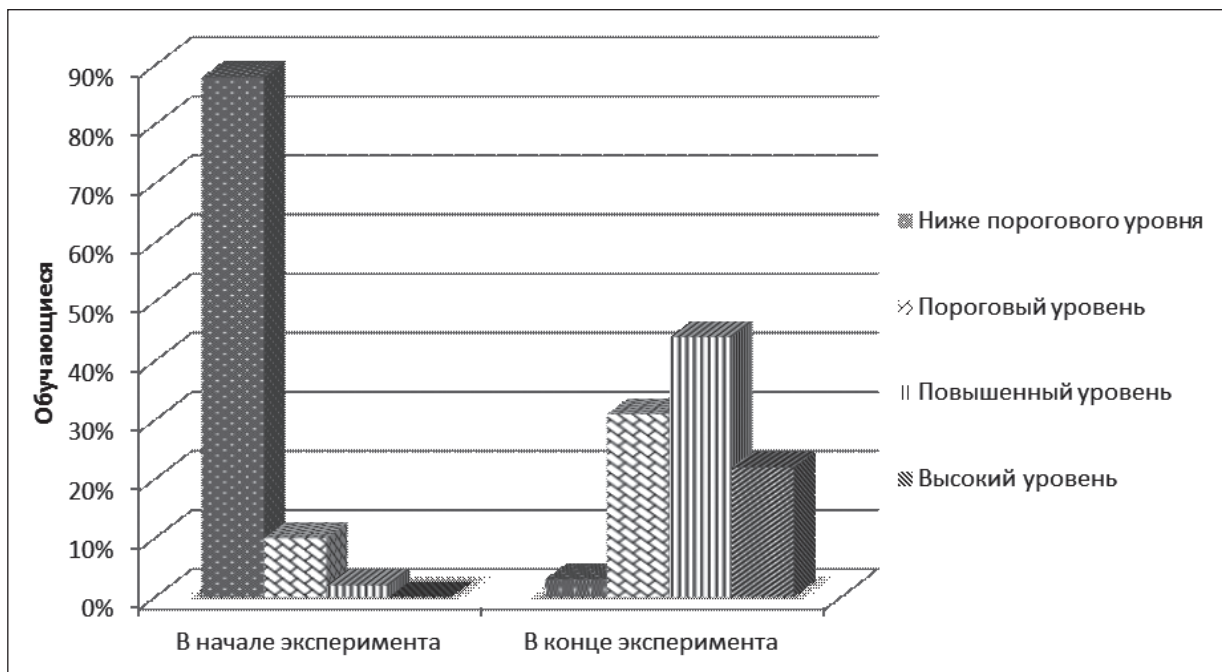


Рис. Диагностика уровня сформированности ПК-10

## 5. Заключение

Предложенная в работе методика включает принципы, которые должны быть учтены при оценке результатов обучения в цифровой среде вуза, трехступенчатый подход к построению учебного процесса с применением адаптивных электронных обучающих курсов, модель оценки сформированности профессиональных компетенций в АЭОК. Научная новизна и оригинальность методики состоит в построении модели, включающей формализацию структуры АЭОК и его оценочных средств. При этом между образовательным контентом АЭОК и оцениваемыми трудовыми функциями (необходимыми знаниями, умениями и трудовыми действиями) устанавливается соответствие. Особенностью предложенного подхода выступает проектирование элементов АЭОК, направленное на формирование когнитивного, прагматического и аксиологического компонентов компетенции. Приведены формулы оценки профессиональной компетенции по отдельным модулям дисциплины, по дисциплине в целом и по образовательной программе. Такой подход позволяет уменьшить субъективизм со стороны преподавателя в оценке результатов обучения студентов, а также позволяет осуществлять автоматизированную оценку сформированности профессиональных компетенций в информационно-образовательной среде вуза и согласно стандартам ФГОС ВО 3++ обеспечивает достаточную объективность при оценке уровня их сформированности.

Таким образом, разработанная методика оценки сформированности профессиональных компетенций в цифровой среде вуза позволяет повысить не только достоверность оценки формирования указанных компетенций, но и совершенствовать профессиональную подготовку. В перспективе предложенная методика может быть распространена для оценивания уровня сформированности универсальных и общепрофессиональных компетенций учебного плана и стать универсальной для оценки уровня подготовки выпускника вуза.

### Список использованных источников

1. Григорьев С. Г., Гриншкун В. В., Львова О. В., Шулгина Л. А. Использование средств информатизации для формирования толерантности при обучении в течение всей жизни // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. 2016. № 1. С. 8–19. [https://www.mgpu.ru/uploads/adv\\_documents/2739/1485851375-VestnikInformatika1\(35\)2016.Pdf](https://www.mgpu.ru/uploads/adv_documents/2739/1485851375-VestnikInformatika1(35)2016.Pdf)
2. Андришкова О. В., Григорьев С. Г. Эмергентное обучение в информационно-образовательной среде. М.: Образование и Информатика, 2018. 104 с.
3. Лапчик М. П. Информатизация образования как научная специальность // Информатика и образование. 2016. № 10. С. 3–8.
4. Федорова Г. А., Рагулина М. И., Удалов С. Р., Лапчик М. П. Развитие дистанционного взаимодействия студентов и учителей на основе современных информационно-коммуникационных технологий // Science for Education Today. 2019. Т. 9. № 2. С. 108–125. DOI: 10.15293/2658-6762.1902.08
5. Уваров А. Ю., Гейбл Э., Дворецкая И. В., Заславский И. М., Карлов И. А., Мерцалова Т. А., Сергома-

нов П. А., Фрумин И. Д. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования. М.: ВПЭ, 2019. 344 с. [https://ioe.hse.ru/data/2019/07/01/1492988034/Cifra\\_text.pdf](https://ioe.hse.ru/data/2019/07/01/1492988034/Cifra_text.pdf)

6. Kytmanov A. A., Noskov M. V., Safonov K. V., Savelyeva M. V., Shershneva V. A. Competency-based learning in higher mathematics education as a cluster of efficient approaches // Bolema: Boletim de Educação Matemática. 2016. Vol. 30. No. 56. P. 1113–1126. DOI: 10.1590/1980-4415v30n56a14

7. Neimeyer G. J., Taylor J. M. Advancing the assessment of professional learning, self-care, and competence // Professional Psychology: Research and Practice. 2019. Vol. 50. P. 95–105. DOI: 10.1037/pro0000225

8. Walther J., Radcliffe D. F. The competence dilemma in engineering education: Moving beyond simple graduate attribute mapping // Australasian Journal of Engineering Education. 2007. Vol. 13. Is. 1. P. 41–51. DOI: 10.1080/22054952.2007.11464000

9. Конышева А. В. Модульное обучение как средство управления самостоятельной работой студентов // Высшее образование в России. 2009. № 11. С. 18–25. <http://vovr.su/upload/11-09.pdf>

10. Onalbek Z. K., Grinshkun V. V., Omarov B. S., Abuseytov B. Z., Makhanbet E. T., Kendzhaeva B. B. The main systems and types of forming of future teacher-trainers' professional competence // Life Science Journal. 2013. Vol. 10. No. 4. P. 2397–2400. DOI: 10.7537/marslsj100413.320

11. Прохоров В. А. Профессиональный стандарт и ФГОС бакалавриата // Высшее образование в России. 2018. Т. 27. № 1. С. 31–36. <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/1249>

12. Камалеева А. Р. О внедрении механизма реализации нового образовательного стандарта в интеграции с разработанными профессиональными стандартами // Вестник Томского государственного университета. 2018. № 430. С. 144–151. DOI: 10.17223/15617793/430/20

13. Велединская С. Б., Дорофеева М. Ю. Смешанное обучение: технология проектирования учебного процесса // Открытое и дистанционное образование. 2015. № 2. С. 12–19.

14. Лейбович А. Н., Волошина И. А., Блинов В. И., Есенина Е. Ю., Клинк О. Ф., Новиков П. Н., Прянишникова О. Д., Факторович А. А. Развитие системы профессиональных квалификаций. М.: Пепо. 2018. 20 с.

15. van der Vleuten C. P. M., Schuwirth L. W. T., Scheele F., Driessen E. W., Hodges B. The assessment of professional competence: building blocks for theory development // Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology. 2010. Vol. 24. Is. 6. P. 703–719. DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2010.04.001

16. Аристов Е. П., Аристов В. М., Харитонов А. О. Формирование индикаторов достижения профессиональных компетенций // Компетентность. 2019. № 3. С. 22–25.

17. Bouley F., Wuttke E., Schnick-Vollmer K., Schmitz B., Berger S., Fritsch S., Seifried, J. Professional competence of prospective teachers in business and economics education: evaluation of a competence model using structural equation modeling // Peabody Journal of Education. 2015. Vol. 90. Is. 4. P. 491–502. DOI: 10.1080/0161956X.2015.1068076

18. Скибицкий Э. Г., Геращенко М. М. Формирование компетентности у студентов экономического профиля с использованием компьютерных технологий // Сибирский педагогический журнал. 2006. № 5. С. 137–140.

19. Huff J. L., Oakes W. C., Zoltowski C. B. Work in progress: Understanding professional competency formation in a service-learning context from an alumni perspective // Proc. Frontiers in Education Conf. IEEE, 2012. P. 1–3. DOI: 10.1109/FIE.2012.6462472

20. Каракозов С. Д., Худжина М. В., Петров Д. А. Проектирование содержания профессиональных компетенций образовательного стандарта ИТ-специалиста на основе требований профессиональных стандартов и работодателей // Информатика и образование. 2019. № 7. С. 7–16.

21. Вайнштейн Ю. В., Шершнева В. А., Вайнштейн В. И., Космидис И. Ф. Компетентностный подход

и средства оценки качества подготовки студентов в адаптивных электронных обучающих курсах // *Russian Journal of Education and Psychology*. 2018. Т. 9. № 5. С. 19–30. DOI: 10.12731/2218-7405-2018-5-19-30

22. *Есин Р. В., Кустицкая Т. А.* Повышение эффективности обучения математике в электронной среде посредством лекций тренажеров // *Информатика и образование*. 2019. № 8. С. 32–39.

23. *Mulder M.* Conceptions of professional competence // *International handbook of research in professional and practice-based learning*. Springer Netherlands, 2014. P. 107–137. DOI: 10.1007/978-94-017-8902-8

24. *Цибульский Г. М., Вайнштейн Ю. В., Есин Р. В.* Разработка адаптивных электронных обучающих курсов в среде LMS Moodle. Красноярск: СФУ, 2018. 166 с.

25. *Киселева Т. В., Худовердова С. А.* Обеспечение достоверной оценки результатов электронного обучения с помощью систем прокторинга // *Информационные системы и технологии в моделировании и управлении. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции*. Симферополь: Ариал, 2019. С. 278–281.

26. *Гордеева Т. О., Сычев О. А., Осин Е. Н.* Опросник «Шкалы академической мотивации» // *Психологический журнал*. 2014. Т. 35. № 4. С. 96–107.

## THE ASSESSMENT OF PROFESSIONAL COMPETENCE IN UNIVERSITY DIGITAL ENVIRONMENT

Yu. V. Vainshtein<sup>1</sup>, R. V. Esin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Siberian Federal University*

660041, Russia, Krasnoyarsk, Svobodny Prospect, 79

### Abstract

The article presents a methodology for assessing the level of formation professional competencies in university digital environment. The proposed methodology includes principles that should be taken into account when assessing learning outcomes in the digital environment, a three-step approach to building the educational process using adaptive e-learning course (AELC), and a model for assessing the formation of professional competencies in AELC. The scientific novelty of the methodology is constructing a model that includes formalizing the structure of an adaptive e-learning course and means of assessing labor functions: knowledge, skills and labor actions according to the cognitive, praxiological and motivational/axiological components of competency. The formalization of the structure and evaluation tools of the adaptive e-learning course was carried out to assess the results of the formation of professional competencies. Formulas are proposed for assessing professional competency for individual modules of the discipline, for the discipline and for the educational program as a whole, implemented in digital environment. The results of testing the methodology for assessing the formation of professional competencies in teaching students of the direction of training “Information Systems and Technologies” in School of Space and Information Technologies of Siberian Federal University are presented. The approach allows us to minimize the subjectivity of the teacher in assessing student learning outcomes, and also allows for automated assessment of the level of formation professional competencies in the digital environment and, according to the new education standards (FSES 3++), provides sufficient objectivity in assessing formation level. In the future, the proposed method can be extended to estimate the level of formation of universal and general professional competencies of the curriculum and to become the universal tool to assess the level of training of the graduates.

**Keywords:** university digital environment, adaptive e-learning course, e-learning, professional competencies, assessment of learning outcomes.

**DOI:** 10.32517/0234-0453-2020-35-6-52-60

### For citation:

*Vainshtein Yu. V., Esin R. V.* Otsenka sformirovannosti professional'nykh kompetentsiy v tsifrovoj srede vuza [The assessment of professional competence in university digital environment]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 6, p. 52–60. (In Russian.)

**Received:** March 19, 2020.

**Accepted:** May 19, 2020.

### Acknowledgments

The reported study was funded by Russian Foundation for Basic Research (RFBR) according to the research project No. 18–013–00654.

### About the authors

**Yulia V. Vainshtein**, Candidate of Sciences (Technical), Associate Professor at the Department of Applied Mathematics and Computer Safety, School of Space and Information Technology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; YWeinstein@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0002-8370-7970

**Roman V. Esin**, Candidate of Sciences (Pedagogic), Senior Lecturer at the Department of Applied Mathematics and Computer Safety, School of Space and Information Technology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; resin@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0002-9682-4690

### References

1. *Grigoriev S. G., Grinshkun V. V., Lvova O. V., Shunina L. A.* Ispol'zovanie sredstv informatizatsii dlya formirovaniya tolerantnosti pri obuchenii v techenie vsej zhizni [Use of means of informatization for the formation of tolerance in learning lifelong]. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Informatika i informatizatsiya obrazovaniya — Vestnik of Moscow City Uni-*

*versity. Series “Informatics and Informatization of Education”*, 2016, no. 1, p. 8–19. (In Russian.) Available at: [https://www.mgpu.ru/uploads/adv\\_documents/2739/1485851375-VestnikInformatika1\(35\)2016.Pdf](https://www.mgpu.ru/uploads/adv_documents/2739/1485851375-VestnikInformatika1(35)2016.Pdf)

2. *Andryushkova O. V., Grigoriev S. G.* Ehmergentnoe obuchenie v informatsionno-obrazovatel'noj srede [Emergent training in the educational information environment]. Moscow, Obrazovanie i Informatika, 2018. 104 p. (In Russian.)

3. Lapchik M. P. Informatizatsiya obrazovaniya kak nauchnaya spetsial'nost' [Informatization of education as a scientific specialty]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2016, no. 10, p. 3–8. (In Russian.)

4. Fedorova G. A., Ragulina M. I., Udalov S. R., Lapchik M. P. Razvitie distantsionnogo vzaimodeystviya studentov i uchitelej na osnove sovremennykh informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologiy [Distant student-teacher interaction based on modern information and communication technologies]. *Science for Education Today*, 2019, vol. 9, no. 2, p. 108–125. (In Russian.) DOI: 10.15293/2658-6762.1902.08

5. Uvarov A. Yu., Gable E., Dvoretzskaya I. V., Zaslavsky I. M., Karlov I. A., Mertsalova T. A., Sergomanov P. A., Frumin I. D. Trudnosti i perspektivy tsifrovoj transformatsii obrazovaniya [Difficulties and prospects of the digital transformation of education]. Moscow, HSE, 2019. 344 p. (In Russian.) Available at: [https://ioe.hse.ru/data/2019/07/01/1492988034/Cifra\\_text.pdf](https://ioe.hse.ru/data/2019/07/01/1492988034/Cifra_text.pdf)

6. Kytmanov A. A., Noskov M. V., Safonov K. V., Savelyeva M. V., Shershneva V. A. Competency-based learning in higher mathematics education as a cluster of efficient approaches. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 2016, vol. 30, no. 56, p. 1113–1126. DOI: 10.1590/1980-4415v30n56a14

7. Neimeyer G. J., Taylor J. M. Advancing the assessment of professional learning, self-care, and competence. *Professional Psychology: Research and Practice*, 2019, vol. 50, p. 95–105. DOI: 10.1037/pro0000225

8. Walther J., Radcliffe D. F. The competence dilemma in engineering education: Moving beyond simple graduate attribute mapping. *Australasian Journal of Engineering Education*, 2007, vol. 13, is. 1, p. 41–51. DOI: 10.1080/22054952.2007.11464000

9. Konyshcheva A. V. Modul'noe obuchenie kak sredstvo upravleniya samostoyatel'noy rabotoy studentov [Modular teaching as means of management of the independent students' work]. *Vysshee obrazovanie v Rossii — Higher Education in Russia*, 2009, no. 11, p. 18–25. (In Russian.) Available at: <http://vovr.elpub.ru/upload/11-09.pdf>

10. Onalbek Z. K., Grinshkun V. V., Omarov B. S., Abuseytov B. Z., Makhanbet E. T., Kendzhaeva B. B. The main systems and types of forming of future teacher-trainers' professional competence. *Life Science Journal*, 2013, vol. 10, no. 4, p. 2397–2400. DOI: 10.7537/marslsj100413.320

11. Prohorov V. A. Professional'nyj standart i FGOS bakalavriata [Professional Standard and Federal State Educational Standard for undergraduate programs]. *Vysshee obrazovanie v Rossii — Higher Education in Russia*, 2018, vol. 27, no. 1, p. 31–36. (In Russian.) Available at: <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/1249>

12. Kamaleeva A. R. O vnedrenii mekhanizma realizatsii novogo obrazovatel'nogo standarta v integratsii s razrabotannymi professional'nymi standartami [On the application of the mechanism for implementing the new educational standard in integration with the developed professional standards]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta — Tomsk State University Journal*, 2018, no. 430, p. 144–151. (In Russian.) DOI: 10.17223/15617793/430/20

13. Veledinskaya S. B., Dorofeeva M. Yu. Smeshannoe obuchenie: tekhnologiya proektirovaniya uchebnogo protsesssa [Blended learning course design technology]. *Otkrytoe i distantsionnoe obrazovanie — Open and Distance Education*, 2015, no. 2, p. 12–19. (In Russian.)

14. Leibovich A. N., Voloshina I. A., Blinov V. I., Esenina E. Yu., Klink O. F., Novikov P. N., Pryanishnikova O. D., Faktorovich A. A. Razvitie sistemy professional'nykh kvalifikatsiy [Development of a vocational qualification system]. Moscow, Pero, 2018. 20 p. (In Russian.)

15. van der Vleuten C. P. M., Schuwirth L. W. T., Scheele F., Driessen E. W., Hodges B. The assessment of professional competence: building blocks for theory develop-

ment. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 2010, vol. 24, is. 6, p. 703–719. DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2010.04.001

16. Aristova E. P., Aristov V. M., Kharitonov A. O. Formirovanie indikatorov dostizheniya professional'nykh kompetentsiy [Formation of the professional competencies achievement indicators]. *Kompetentnost' — Competence*, 2019, no. 3, p. 22–25. (In Russian.)

17. Bouley F., Wuttke E., Schnick-Vollmer K., Schmitz B., Berger S., Fritsch S., Seifried, J. Professional competence of prospective teachers in business and economics education: evaluation of a competence model using structural equation modeling. *Peabody Journal of Education*, 2015, vol. 90, is. 4, p. 491–502. DOI: 10.1080/0161956X.2015.1068076

18. Shibickij E. G., Gerashchenko M. M. Formirovanie kompetentnosti u studentov ehkonomicheskogo profilya s ispol'zovaniem komp'yuternykh tekhnologiy [Formation of competence of students of an economic profile using computer technologies]. *Sibirskiy pedagogicheskiy zhurnal — Siberian Pedagogical Journal*, 2006, no. 5, p. 137–140. (In Russian.)

19. Huff J. L., Oakes W. C., Zoltowski C. B. Work in progress: Understanding professional competency formation in a service-learning context from an alumni perspective. *Proc. Frontiers in Education Conf. IEEE*, 2012, p. 1–3. DOI: 10.1109/FIE.2012.6462472

20. Karakozov S. D., Khudzhina M. V., Petrov D. A. Proektirovanie soderzhaniya professional'nykh kompetentsiy obrazovatel'nogo standarta IT-spetsialista na osnove trebovaniy professional'nykh standartov i rabotodatelej [Development of the content of professional competencies of the educational standard of an IT specialist based on the requirements of occupational standards and employers' needs]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2019, no. 7, p. 7–16. (In Russian.)

21. Weinstein Yu. V., Shershneva V. A., Weinstein V. I., Cosmidis I. F. Kompetentnostnyj podkhod i sredstva otsenki kachestva podgotovki studentov v adaptivnykh ehlektronnykh obuchayushhikh kursakh [Competency-based approach and tools for student training quality evaluation in adaptive e-learning courses]. *Russian Journal of Education and Psychology*, 2018, vol. 9, no. 5, p. 19–30. (In Russian.) DOI: 10.12731/2218-7405-2018-5-19-30

22. Esin R. V., Kustitskaya T. A. Povyshenie ehffektivnosti obucheniya matematike v ehlektronnoy srede posredstvom lektсий-trenazherov [Improving the efficiency of teaching mathematics in e-learning course using training lectures]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2019, no. 8, p. 32–39. (In Russian.)

23. Mulder M. Conceptions of professional competence. *International handbook of research in professional and practice-based learning*. Springer Netherlands, 2014, p. 107–137. DOI: 10.1007/978-94-017-8902-8

24. Tsibulsky G. M., Weinstein Yu. V., Esin R. V. Razrabotka adaptivnykh ehlektronnykh obuchayushhikh kursov v srede LMS Moodle [Developing adaptive e-learning courses in the LMS Moodle environment]. Krasnoyarsk, SFU, 2018. 166 p. (In Russian.)

25. Kiseleva T. V., Khudoverdova S. A. Obespechenie dostovernoy otsenki rezul'tatov ehlektronnogo obucheniya s pomosh'yu sistem proktoringa [Ensuring reliable assessment of e-learning results using proctoring systems]. *Informatsionnye sistemy i tekhnologii v modelirovanii i upravlenii. Materialy IV Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [Information systems and technologies in modeling and management. Proc. IV All-Russ. Scientific and Practical Conf.]*. Simferopol, Arial, 2019, p. 278–281. (In Russian.)

26. Gordeeva T. O., Sychev O. A., Osin E. N. Oprosnik "Shkaly akademicheskoy motivatsii" ["Academic motivation scales"] questionnaire]. *Psikhologicheskij zhurnal — Psychological Journal*, 2014, vol. 35, no. 4, p. 96–107. (In Russian.)