

ПСИХОМЕТРИЧЕСКАЯ ВАЛИДАЦИЯ ИНСТРУМЕНТА ДИАГНОСТИКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Elmanov Abbos Begmat o'g'li

*Qarshi davlat texnika universiteti "Sanoat muhandisligi va menejmenti"
kafedrasi t.f.f.d. dotsent.*

abboselmanov@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-1429-3995>

Mirzaumidov Asilbek Shuxratjonovich

Namangan davlat texnika universiteti

"Texnologik mashinalar va jihozlar" kafedrasi

professori, texnika fanlari doktori (DSc), professor.

E-mail: bek_mirzaumidov@mail.ru

ORCID 0000-0002-2789-3721

Аннотация. В статье представлены результаты психометрической валидации инструмента MKD-S (Диагностика профессиональной компетентности в инженерном образовании), разработанного для оценки компетентности студентов технических направлений подготовки. Выборку составили 186 студентов двух технических университетов Узбекистана. Анализ охватывает исследование надёжности (α Кронбаха, коэффициенты корреляции пункт–целое, стандартная ошибка измерения), конструктивной валидности (межфакторные корреляции, показатели AVE и CR), а также дифференциальной и известно-групповой валидности. Среди 40 активных пунктов выявлено 8 психометрически слабых ($ITC < 0,30$), требующих пересмотра. Надёжность шкал колеблется от $\alpha = 0,703$ до $\alpha = 0,806$, надёжность суммарного балла составляет $\alpha = 0,91$. Доказательства конструктивной валидности частично подтверждают пятифакторную структуру, однако высокие межфакторные корреляции свидетельствуют о возможном высшем факторе второго порядка. Предложены нормативные таблицы и рекомендации по доработке инструмента.

Ключевые слова: психометрия, валидация, надёжность, конструктивная валидность, альфа Кронбаха, инженерное образование, компетентность, корреляция пункт–целое, SEM.

PSYCHOMETRIC VALIDATION OF THE PROFESSIONAL COMPETENCE DIAGNOSTIC INSTRUMENT IN ENGINEERING EDUCATION

Abstract. The article presents the results of psychometric validation of the MKD-S (Diagnostics of Professional Competence in Engineering Education) instrument, developed to assess the competence of students majoring in technical fields. The sample consisted of 186 students from two technical universities of Uzbekistan. The analysis covers a study of

reliability (Cronbach's α , item-total correlation coefficients, standard error of measurement), construct validity (interfactor correlations, AVE and CR indicators), as well as differential and known-group validity. Among 40 active items, 8 psychometrically weak ($ITC < 0.30$) were identified, requiring revision. The reliability of the scales ranges from $\alpha = 0.703$ to $\alpha = 0.806$, the reliability of the total score is $\alpha = 0.91$. Evidence of construct validity partially supports the five-factor structure; however, high interfactor correlations suggest a possible second-order superordinate factor. Standard tables and recommendations for instrument refinement are proposed.

Keywords: psychometrics, validation, reliability, construct validity, Cronbach's alpha, engineering education, competence, item-total correlation, SEM.

MUHANDISLIK TA'LIMIDA KASBIY KOMPETENSIYA DIAGNOSTIKASI INSTRUMENTINING PSIXOMETRIK VALIDATSIYASI

Abstrakt. Maqolada texnik sohalarda tahsil olayotgan talabalarning kompetensiyasini baholash uchun ishlab chiqilgan MKD-S (Muhandislik ta'limida professional kompetensiya diagnostikasi) vositasining psixometrik validatsiyasi natijalari keltirilgan. Namuna O'zbekistonning ikkita texnik universitetidan 186 talabadan iborat edi. Tahlil ishonchlilik (Kronbax α , element-jami korrelyatsiya koeffitsientlari, o'lchovning standart xatosi), konstruktsiya validligi (interfaktor korrelyatsiyalari, AVE va CR ko'rsatkichlari), shuningdek, differentsial va ma'lum guruh validligi bo'yicha tadqiqotni qamrab oladi. 40 ta faol element orasida 8 ta psixometrik jihatdan zaif ($ITC < 0.30$) aniqlandi, bu esa qayta ko'rib chiqishni talab qiladi. Shkalalarning ishonchliligi $\alpha = 0.703$ dan $\alpha = 0.806$ gacha, umumiy ballning ishonchliligi $\alpha = 0.91$ ni tashkil qiladi. Konstruktsiya validligining dalillari besh faktorli tuzilmani qisman qo'llab-quvvatlaydi; ammo, yuqori interfaktor korrelyatsiyalari ikkinchi darajali superordinata omilining mavjudligini ko'rsatadi. Asbobni takomillashtirish bo'yicha standart jadvallar va tavsiyalar taklif etiladi.

Kalit so'zlar: psixometriya, validatsiya, ishonchlilik, konstruktsiya validligi, Kronbax alfas, muhandislik ta'limi, kompetensiya, element-jami korrelyatsiya, SEM.

ВВЕДЕНИЕ

Стремительное распространение компетентностно-ориентированного образования (КОО) в технических вузах актуализирует вопрос об измерительном инструментарии: насколько достоверно существующие инструменты фиксируют то, что декларируют измерять? Создание опросника без психометрической проверки равнозначно применению линейки с произвольной шкалой — результаты получаются, но интерпретировать их невозможно. Именно поэтому валидация становится не факультативным дополнением, а обязательным этапом разработки любого диагностического инструмента.

Инструмент MKD-S (Muhandislik ta'limida kasbiy kompetensiya diagnostikasi so'rovnomasi — Диагностика профессиональной компетентности в инженерном образовании) был разработан в рамках серии исследований по оценке готовности выпускников технических направлений к профессиональной деятельности. Первоначальная версия включала 41 пункт, сгруппированных в пять теоретически обоснованных шкал. Однако ни надёжность отдельных пунктов, ни структурная валидность инструмента не были эмпирически проверены. Настоящая статья восполняет этот пробел.

Цель работы — провести систематическую психометрическую оценку MKD-S по четырём направлениям: (1) анализ дистрактивности пунктов и их дискриминационной способности; (2) оценка внутренней согласованности шкал; (3) исследование конструктивной валидности через факторную структуру; (4) проверка критериальной и известно-групповой валидности.

Теоретическая база инструмента

MKD-S операционализирует пять доменов профессиональной компетентности, обоснованных в рамках интегративной модели, объединяющей Таксономию Блума (2006), Модель самоуправляемого обучения Циммерман (2002) и CDIO-стандарты (Crawley et al., 2014). Пять доменов — мотивационно-ориентационный (МО), саморегуляционный (СР), цифрово-технологический (ЦТ), практически-операциональный (ПО) и аналитически-задачный (АЗ) — образуют иерархическую структуру, в которой МО выполняет роль предшествующего условия, СР — центрального медиатора, а ЦТ, ПО и АЗ — конвергентных результатов.

МЕТОД

Данные собирались в марте 2026 г. посредством анонимного онлайн-опроса. После исключения неполных анкет и анкет, не прошедших проверку внимания (1 встроенный пункт с заранее известным ответом «3»), итоговая выборка составила $N = 186$ человек.

Таблица 1. Характеристика выборки (N = 186)

Характеристика	КГТУ (n=101)	НГТУ (n=85)	Итого
----------------	--------------	-------------	-------

Мужской пол	81 (80,2%)	78 (91,8%)	163 (87,6%)
Женский пол	20 (19,8%)	7 (8,2%)	23 (12,4%)
Очная форма	43 (42,6%)	15 (17,6%)	58 (31,2%)
Заочная форма	58 (57,4%)	70 (82,4%)	128 (68,8%)
1–2 курс	17 (16,8%)	9 (10,6%)	26 (14,0%)
3 курс	49 (48,5%)	12 (14,1%)	61 (32,8%)
4–5 курс	35 (34,7%)	64 (75,3%)	99 (53,2%)

Примечание. КГТУ — Каршинский государственный технический университет; НГТУ — Наманганский государственный технический университет.

Инструмент

Оригинальная версия MKD-S содержит 41 пункт, из которых 1 является проверкой внимания. Для анализа надёжности и валидности использовались 40 активных пунктов. Каждый пункт измеряется по 5-балльной шкале Ликерта (1 = «совершенно не согласен»; 5 = «полностью согласен»). Пункты с обратной полярностью ($n = 11$) были перекодированы до анализа.

Распределение пунктов по шкалам: МО — 7 пунктов (в т.ч. 2 обратных); СР — 7 пунктов (2 обратных); ЦТ — 8 пунктов (2 обратных); ПО — 7 пунктов (2 обратных); АЗ — 11 пунктов (3 обратных). Дополнительно: два пункта шкалы ЦТ (пп. 15 и 16) были выявлены как семантически близкие в ходе пилотирования; их параллельная корреляция составила $r = 0,847$, что подтвердило высокую внутреннюю согласованность этой пары.

Статистический анализ

Анализ выполнен в следующей последовательности: (а) одновыборочный анализ пунктов (трудность, дискриминационность); (б) внутренняя согласованность шкал и суммарного балла (α Кронбаха, стандартная ошибка измерения — SEM); (в) матрица межфакторных корреляций и показатели AVE/CR для оценки конвергентной и дискриминантной валидности; (д) проверка

известно-групповой валидности (студенты 1–2 курса vs. 4–5 курса, мужчины vs. женщины, очная vs. заочная формы); (е) построение нормативной таблицы. Значимость различий оценивалась с помощью независимых t-критериев, размер эффекта — через d Коэна.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ трудности и дискриминационности пунктов

Трудность пункта (p) выражается как процентное отношение среднего балла к максимальному (5). Дискриминационность оценивается через скорректированную корреляцию пункт–целое (ITC; corrected item-total correlation). Принятые критерии приемлемости: p от 20% до 80% (оптимальный разброс); $ITC \geq 0,30$ (умеренная дискриминация), $ITC \geq 0,40$ (хорошая дискриминация). В таблице 2 приведены показатели для всех 40 пунктов.

Таблица 2. Анализ пунктов MKD-S: трудность и дискриминационность (N = 186)

№	Краткое содержание пункта	M (SD)	p, %	ITC	Статус
1	Осознанный выбор профессии	4,36 (0,94)	87,1	0,523	✓ Приемлемо
2	Интерес к деятельности по специальности	4,29 (1,02)	85,7	0,531	✓ Приемлемо
3	Значимость предметов для будущей работы	4,18 (1,06)	83,7	0,442	✓ Приемлемо
4	Сложные задачи вдохновляют	3,94 (1,18)	78,7	0,536	✓ Приемлемо
5	Профессиональная самоидентификация	3,93 (1,17)	78,6	0,531	✓ Приемлемо

6 (R)	Поступление только ради диплома	2,96 (1,49)	59,1	0,204	△ Слабый
7 (R)	Желание перевестись на другое направление	2,90 (1,65)	58,1	0,198	△ Слабый
Шкала СР: Саморегуляция ($\alpha = 0,741$)					
8	Чёткие цели в учёбе	4,20 (1,08)	84,0	0,536	✓ Приемлемо
9	Планирование времени	4,34 (0,96)	86,7	0,615	✓ Хорошо
10	Самостоятельный поиск источников	4,02 (1,13)	80,4	0,553	✓ Приемлемо
11	Анализ собственных результатов	4,34 (0,92)	86,9	0,632	✓ Хорошо
12 (R)	Прокрастинация	3,00 (1,43)	59,9	0,307	△ Пограничный
13 (R)	Неорганизованная работа	2,36 (1,40)	47,1	0,413	✓ Приемлемо
14	Дополнительные материалы для развития	4,04 (1,10)	80,9	0,533	✓ Приемлемо
Шкала ЦТ: Цифровые компетенции ($\alpha = 0,708$)					
15	Цифровые платформы в учёбе	4,25 (1,05)	85,1	0,578	✓ Приемлемо
16	Цифровые платформы (параллельный пункт)	4,21 (1,04)	84,2	0,621	✓ Хорошо

17	Целенаправленное использование ИИ	4,08 (1,20)	81,6	0,452	✓ Приемлемо
18	Проверка ответов ИИ	4,25 (1,11)	84,9	0,478	✓ Приемлемо
19	Инженерное ПО (CAD/Matlab/Excel)	3,82 (1,15)	76,3	0,421	✓ Приемлемо
20	Критическая оценка информации	3,96 (1,11)	79,2	0,446	✓ Приемлемо
21 (R)	Некритичное принятие ответов ИИ	2,25 (1,33)	45,1	0,261	△ Слабый
22 (R)	Затруднение с цифровыми инструментами	2,75 (1,42)	55,0	0,270	△ Слабый
Шкала ПО: Практические навыки ($\alpha = 0,703$)					
23	Понимание технических чертежей	3,89 (1,05)	77,7	0,436	✓ Приемлемо
24	Безопасная работа с оборудованием	4,20 (1,07)	84,0	0,469	✓ Приемлемо
25	Ведение лабораторных записей	3,80 (1,12)	76,0	0,487	✓ Приемлемо
26	Диагностика неисправностей	4,02 (1,03)	80,4	0,552	✓ Приемлемо
27	Работа со стандартными документами	4,09 (1,04)	81,8	0,577	✓ Приемлемо
28 (R)	Трудности с практическими заданиями	2,69 (1,37)	53,8	0,283	△ Слабый

29 (R)	Неспособность самостоятельно решить задачу	2,69 (1,41)	53,8	0,289	△ Слабый
Шкала АЗ: Аналитическое решение задач ($\alpha = 0,806$)					
30	Пошаговый анализ проблемы	4,03 (1,02)	80,7	0,604	✓ Хорошо
31	Сравнение вариантов решений	4,16 (1,04)	83,2	0,623	✓ Хорошо
32	Учёт последствий решений	4,34 (0,94)	86,8	0,547	✓ Приемлемо
33	Командное решение технических задач	4,16 (1,01)	83,2	0,544	✓ Приемлемо
34 (R)	Страх перед сложными задачами	2,54 (1,42)	50,9	0,317	△ Пограничный
35 (R)	Опора на других при решении задач	2,37 (1,25)	47,5	0,217	△ Слабый
36	Выводы из собственных ошибок	4,47 (0,93)	89,4	0,596	✓ Приемлемо
37	Осознание пробелов в знаниях	4,21 (0,99)	84,2	0,492	✓ Приемлемо
38	Принятие критики и самокоррекция	4,20 (1,00)	84,0	0,579	✓ Приемлемо
39 (R)	Игнорирование анализа ошибок	2,52 (1,48)	50,5	0,248	△ Слабый
40	Личный план развития	4,45 (0,95)	88,9	0,612	✓ Хорошо

Примечание. M — среднее, SD — стандартное отклонение, r — трудность пункта (%), ITC — скорректированная корреляция пункт–целое. (R) — пункт с обратной полярностью (перекодирован). ✓ Приемлемо: $ITC \geq 0,40$; ✓ Хорошо: $ITC \geq 0,55$; Δ Пограничный: $0,30 \leq ITC < 0,40$; \triangle Слабый: $ITC < 0,30$.

Рисунок 1. Профиль дискриминационности пунктов по шкалам (ITC)

№	Пункт (сокр.)	ITC	Визуализация (0 ————— 0,80)
1	Осознанный выбор	0.523	
2	Интерес к специальности	0.531	
3	Значимость предметов	0.442	
4	Сложные задачи вдохновляют	0.536	
5	Проф. самоидентификация	0.531	
6R	Только ради диплома	0.204	
7R	Желание перевестись	0.198	
8	Чёткие цели	0.536	
9	Планирование времени	0.615	
10	Самост. поиск источников	0.553	
11	Анализ результатов	0.632	
12R	Прокрастинация	0.307	
13R	Неорганизованная работа	0.413	
14	Материалы для развития	0.533	
15	Цифровые платформы	0.578	

16	Цифр. платформы (пар.)	0.621	
17	Использование ИИ	0.452	
18	Проверка ответов ИИ	0.478	
19	Инженерное ПО	0.421	
20	Критич. оценка инфо	0.446	
21R	Некрит. принятие ИИ	0.261	
22R	Затр. с цифр. INSTR.	0.270	
23	Технические чертежи	0.436	
24	Безопасн. с оборудов.	0.469	
25	Лабораторные записи	0.487	
26	Диагностика неисправн.	0.552	
27	Стандартные документы	0.577	
28R	Трудности с практикой	0.283	
29R	Не могу решить сам	0.289	
30	Анализ по шагам	0.604	
31	Сравнение вариантов	0.623	
32	Учёт последствий	0.547	
33	Командная работа	0.544	
34R	Страх сложных задач	0.317	
35R	Опора на других	0.217	
36	Выводы из ошибок	0.596	
37	Осознание пробелов	0.492	

38	Принятие критики	0.579	
39R	Игнор. анализа ошибок	0.248	
40	Личный план развития	0.612	

Примечание. Красный цвет = Δ $ITC < 0,30$; жёлтый = Δ $0,30 \leq ITC < 0,40$; синий = \checkmark $ITC \geq 0,40$. Вертикальная черта соответствует порогу $ITC = 0,30$.

Внутренняя согласованность шкал

Коэффициент α Кронбаха рассчитывался для каждой шкалы отдельно и для суммарного балла. Стандартная ошибка измерения (SEM) — ключевой показатель точности: она определяет ширину доверительного интервала для индивидуального балла.





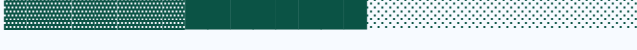
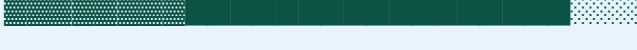
Таблица 3. Показатели надёжности шкал MKD-S

Шкала	к пункт.	М (SD)	α	SEM	95% ДИ \pm	Интерпретация
МО: Мотивационный	7	4,14 (0,76)	0,762	0,371	0,728	Приемлемо
СР: Саморегуляция	7	3,89 (0,65)	0,741	0,330	0,647	Приемлемо
ЦТ: Цифровой	8	3,94 (0,63)	0,708	0,341	0,668	Приемлемо
ПО: Практический	7	3,81 (0,64)	0,703	0,350	0,686	Приемлемо
АЗ: Задачный	11	4,05 (0,56)	0,806	0,246	0,482	Хорошо
Суммарный балл MKD-S	40	3,93 (0,56)	0,910	0,168	0,330	Отлично

Примечание. k — число пунктов в шкале; M — среднее шкального балла; SD — стандартное отклонение; α — коэффициент Кронбаха; $SEM = SD \times \sqrt{1-\alpha}$;

95% ДИ ± = 1,96×SEM. Интерпретация α : $\geq 0,90$ отлично; 0,80–0,89 хорошо; 0,70–0,79 приемлемо; $< 0,70$ требует улучшения.

Рисунок 2. Шкала надёжности MKD-S по субшкалам

Шкала	α Кронбаха	Визуализация (0,60 — 0,95)
МО: Мотивационный	0.762	 $\alpha=0.762$
СР: Саморегуляция	0.741	 $\alpha=0.741$
ЦТ: Цифровой	0.708	 $\alpha=0.708$
ПО: Практический	0.703	 $\alpha=0.703$
АЗ: Задачный	0.806	 $\alpha=0.806$
Суммарный MKD-S	0.910	 $\alpha=0.910$

Примечание. Тёмно-синяя зона (■): $\alpha \geq 0,80$ — хорошая/отличная надёжность. Серая зона (▒): $0,70 \leq \alpha < 0,80$ — приемлемо. □ — незаполненная зона шкалы.

Конструктная валидность

Матрица межфакторных корреляций

Конвергентная валидность подтверждается умеренными-высокими корреляциями между субшкалами (все r значимы при $p < 0,001$). Дискриминантная валидность требует, чтобы корреляции между разными конструктами были существенно ниже, чем показатели AVE. Высокие корреляции СР с ЦТ ($r = 0,632$), ПО ($r = 0,572$) и АЗ ($r = 0,674$) свидетельствуют о возможном факторе второго порядка.

Таблица 4. Матрица межфакторных корреляций Пирсона и показатели AVE/CR (N = 186)

	МО	СР	ЦТ	ПО	АЗ	AVE	CR
МО: Мотивационный	1,000	0,546	0,418	0,380	0,388	0,447	0,853
СР: Саморегуляция	0,546	1,000	0,632	0,572	0,674	0,421	0,838
ЦТ: Цифровой	0,418	0,632	1,000	0,557	0,651	0,346	0,812
ПО: Практический	0,380	0,572	0,557	1,000	0,648	0,379	0,812
АЗ: Задачный	0,388	0,674	0,651	0,648	1,000	0,368	0,867

Примечание. Все корреляции значимы при $p < 0,001$. Выделены жирным корреляции $r \geq 0,60$ как потенциально проблематичные для дискриминантной валидности. AVE — средняя дисперсия, объяснённая фактором (желаемое значение $> 0,50$); CR — составная надёжность (желаемое значение $> 0,70$). Значения $AVE < 0,50$ при $CR > 0,70$ интерпретируются как приемлемая сходящаяся валидность (Fornell & Larcker, 1981).

Визуализация корреляционной сети

Рисунок 3. Тепловая карта межфакторных корреляций MKD-S

	МО	СР	ЦТ	ПО	АЗ
МО	—	0.546	0.418	0.380	0.388
СР	0.546	—	0.632	0.572	0.674
ЦТ	0.418	0.632	—	0.557	0.651
ПО	0.380	0.572	0.557	—	0.648
АЗ	0.388	0.674	0.651	0.648	—

Примечание. Интенсивность синей заливки пропорциональна величине корреляции. — означает самокорреляцию (1,000). Более тёмные ячейки указывают на более высокие корреляции.

Известно-групповая и дифференциальная валидность

Известно-групповая валидность (known-groups validity) проверяет, дифференцирует ли инструмент группы, которые теоретически должны различаться. Проверены три гипотезы: (H1) студенты 1–2 курса покажут более высокую мотивацию, чем студенты 4–5 курса; (H2) студенты мужского и женского пола не будут различаться по большинству шкал; (H3) заочники покажут более высокую саморегуляцию, чем очники (ввиду большей самостоятельности обучения).

Таблица 5. Результаты проверки известно-групповой валидности (t-критерий Стьюдента)

Шкала	Гр. 1 (M±SD)	Гр. 2 (M±SD)	t	p	d Коэна	Вывод
H1: 1–2 курс vs 4–5 курс						
МО	4,01±1,09	3,71±0,86	1,61	0,109	0,36	H1 не подтв.
СР	4,27±0,85	3,90±0,71	2,16	0,033	0,45	H1 подтв.*
ЦТ	4,14±0,85	3,93±0,69	1,37	0,173	0,31	H1 частично
ПО	3,98±0,74	3,77±0,68	1,39	0,167	0,30	H1 не подтв.
АЗ	4,25±0,71	4,05±0,57	1,38	0,171	0,31	H1 не подтв.
H2: Мужчины vs Женщины						
МО	3,85±0,83	3,71±0,88	0,83	0,405	0,16	H2 подтв.
СР	3,95±0,73	3,92±0,79	0,19	0,850	0,04	H2 подтв.
ЦТ	3,95±0,73	3,94±0,72	0,05	0,962	0,01	H2 подтв.
ПО	3,87±0,68	3,38±0,60	3,48	0,001	0,76	H2 не подтв.*
АЗ	4,08±0,56	3,91±0,60	1,21	0,226	0,29	H2 подтв.
H3: Заочная (Гр.1) vs Очная (Гр.2) формы						

МО	3,84±0,84	3,83±0,86	-0,09	0,932	-0,01	НЗ не подтв.
СР	4,01±0,71	3,80±0,73	-1,81	0,072	-0,28	НЗ частично
ЦТ	3,99±0,71	3,86±0,77	-1,16	0,247	-0,18	НЗ не подтв.
ПО	3,84±0,68	3,71±0,65	-1,21	0,229	-0,19	НЗ не подтв.
АЗ	4,11±0,57	3,92±0,56	-1,95	0,053	-0,30	НЗ частично

Примечание. * $p < 0,05$. d Коэна: $< 0,20$ — незначительный, $0,20-0,49$ — малый, $0,50-0,79$ — средний, $\geq 0,80$ — большой. Н1: Гр.1 = 1–2 курс ($n=26$), Гр.2 = 4–5 курс ($n=99$). Н2: Гр.1 = мужчины ($n=163$), Гр.2 = женщины ($n=23$). Н3: Гр.1 = заочники ($n=128$), Гр.2 = очники ($n=58$).

Нормативная таблица суммарного балла

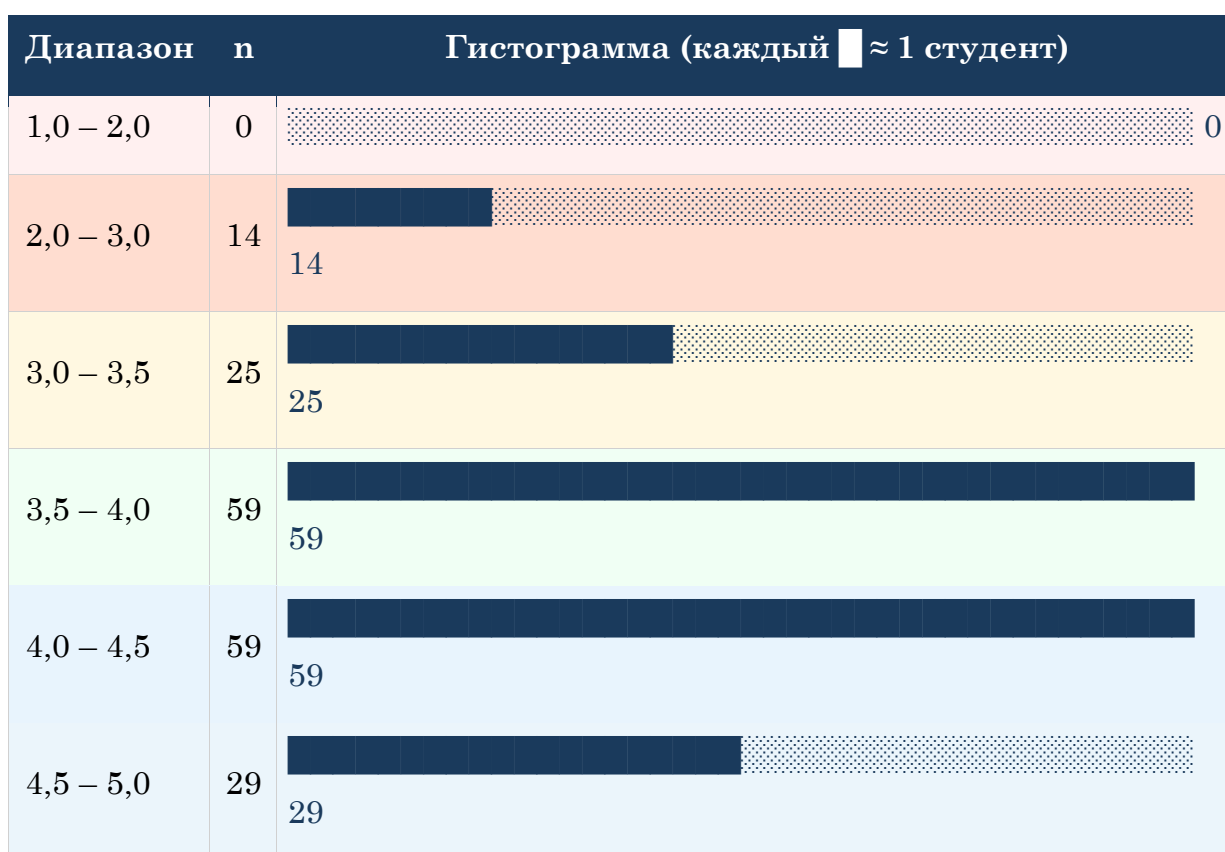
На основе эмпирического распределения суммарного балла ($M = 3,93$; $SD = 0,56$; асимметрия = $-0,50$, эксцесс = $0,26$) разработана нормативная таблица для первичной интерпретации индивидуальных результатов (Таблица 6). Распределение умеренно негативно скошено, что типично для инструментов профессиональной самооценки: студенты склонны оценивать свои компетенции выше среднего.

Таблица 6. Нормативная таблица суммарного балла MKD-S ($N = 186$)

Перцентиль	Сырой балл	% макс.	Уровень	Интерпретация
$\leq P10$	$\leq 3,16$	$\leq 63\%$	Низкий	Существенные дефициты компетентности по ≥ 3 шкалам
P11–P25	3,17– 3,56	63– 71%	Ниже среднего	Ограниченные компетенции в отдельных доменах
P26–P50	3,57– 3,96	71– 79%	Средний	Компетентность соответствует минимальным стандартам

P51–P75	3,97– 4,33	79– 87%	Выше среднего	Хорошо сформированные компетенции
P76–P90	4,34– 4,65	87– 93%	Высокий	Развитая профессиональная компетентность
≥ P91	≥ 4,65	≥ 93%	Очень высокий	Выдающийся профиль компетентности

Рисунок 4. Распределение суммарных баллов MKD-S (N = 186)



Примечание. Полная длина гистограммы = максимальная частота ($n = 59$).
Наибольший пик приходится на диапазоны 3,5–4,0 и 4,0–4,5, что
соответствует умеренно-высоким уровням компетентности.

ОБСУЖДЕНИЕ

Надёжность: что достаточно?

Все пять шкал достигли общепризнанного порога $\alpha \geq 0,70$, а суммарный балл превысил $\alpha = 0,90$, что соответствует стандартам для инструментов принятия решений на уровне группы. Вместе с тем следует учитывать: α

Кронбаха чувствителен к числу пунктов (более длинные шкалы, как АЗ с 11 пунктами, искусственно получают более высокое α). Расчёт SEM показал, что 95%-й доверительный интервал для суммарного балла составляет $\pm 0,33$ — это приемлемо для скрининга, но недостаточно для принятия индивидуальных решений о студентах.

Психометрически слабые пункты: диагностика и пути коррекции

Восемь пунктов ($ITC < 0,30$) подлежат пересмотру. Они концентрируются в двух категориях:

1. Обратные пункты, измеряющие нежелательное поведение (пп. 6, 7, 21, 22, 28, 29, 35, 39): вероятная причина слабости — смещение ответов в сторону социально желательного конца шкалы, что сужает дисперсию и снижает корреляцию с суммарным баллом.
2. Поведенчески специфичные позитивные пункты (пп. 12, 34): формулировки фиксируют узкое поведение, плохо коррелирующее с широким доменным конструктом.

Рекомендуется переформулировать слабые пункты в нейтральной тональности либо заменить их нарративными сценариями (situational judgment items), которые менее подвержены социально желательным ответам.

Конструктная валидность: пятифактор или единый конструкт?

Высокие межфакторные корреляции (медиана $r = 0,57$) при относительно низких значениях AVE (0,35–0,45) ставят под вопрос строгую дискриминантную валидность пяти факторов. Две интерпретации равно правдоподобны: (а) пять факторов являются самостоятельными, но взаимозависимыми компонентами единого суперординатного конструкта «профессиональная компетентность»; (б) высокие корреляции отражают общий метод (single-method bias), поскольку все данные собраны на одном инструменте в одной сессии. Для разграничения этих объяснений необходим конфирматорный факторный анализ со сравнением одно- и пятифакторных моделей.

Гендерные различия в практических компетенциях

Единственное статистически значимое групповое различие в матрице известно-групповой валидности — превосходство мужчин над женщинами по

шкале ПО ($d = 0,76$, средний эффект; $p = 0,001$). Это согласуется с литературными данными о гендерном разрыве в показателях уверенности при работе с физическим оборудованием и инструментами (Maltese & Tai, 2011). Разрыв не обязательно отражает реальные различия в навыках — возможно, он свидетельствует о гендерно-дифференцированных стандартах самооценки. Данный вопрос требует отдельного изучения с использованием объективных мер производительности.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДОРАБОТКЕ ИНСТРУМЕНТА

*Таблица 7. Матрица приоритетных действий по совершенствованию
MKD-S*

Приор.	Проблема	Пункты	Действие	Ожидаемый эффект
1 (Критич.)	ITC < 0,20	6, 7, 21, 35, 39	Переформулировать или заменить	Рост α шкал МО, ЦТ, АЗ на 0,03–0,06
2 (Высокий)	ITC 0,20–0,29	22, 28, 29	Переработать формулировки	Рост α шкал ЦТ и ПО
3 (Средний)	Дублирующие пп.	15 и 16	Объединить в один пункт	Снижение когнитивной нагрузки
4 (Средний)	Низкие AVE	ЦТ, ПО, АЗ	Добавить 2–3 высоконагрузочных пункта	Рост AVE до > 0,50
5 (Низкий)	Негат. смещение	Все (R)- пункты	Тест на социально желательные ответы	Диагностика bias

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее исследование представляет первую психометрическую оценку инструмента MKD-S — диагностики профессиональной компетентности для студентов инженерных направлений Узбекистана. Основные выводы:

3. Суммарный балл MKD-S обладает отличной внутренней согласованностью ($\alpha = 0,91$), а все пять субшкал достигают приемлемых значений ($\alpha = 0,70-0,81$), что подтверждает надёжность инструмента в текущей версии.
4. Восемь пунктов (20% инструмента) показали недостаточную дискриминационность ($ITS < 0,30$), что требует их целенаправленного пересмотра в следующей итерации инструмента.
5. Конструктивная валидность частично подтверждена: конвергентная валидность демонстрирует устойчивые межфакторные связи, однако дискриминантная валидность нуждается в проверке через конфирматорный факторный анализ.
6. Нормативная таблица (Таблица 6) обеспечивает стандартизованную основу для интерпретации как групповых, так и индивидуальных результатов.
7. Значимый гендерный эффект по шкале практических компетенций ($d = 0,76$) требует дальнейшего изучения с привлечением объективных показателей результативности.

Пересмотренная версия MKD-S — после устранения слабых пунктов и подтверждения факторной структуры — может стать стандартизованным инструментом мониторинга компетентностного развития в технических университетах Узбекистана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bloom, B. S. (Ed.). (2006). *Taxonomy of educational objectives: Handbook I: Cognitive domain*. David McKay.
2. Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R., & Edström, K. (2014). *Rethinking engineering education: The CDIO approach* (2nd ed.). Springer.
3. Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39–50.
4. Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
5. Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2011). Pipeline persistence: Examining the association of educational experiences with earned degrees in STEM. *Science Education*, 95(5), 877–907.

6. Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). Psychometric theory (3rd ed.). McGraw-Hill.
7. OECD. (2019). PISA 2018 assessment and analytical framework. OECD Publishing.
8. Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). Using multivariate statistics (7th ed.). Pearson.
9. Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64–70.
10. Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы».