

KIMYO-TEXNOLOGIYA TA'LIMIDA TRANSPROFESSIONAL SUB'EKTLIKNI LATENT BAHOLASHNING MODELI

F.I.Xudoyberdiyev

Toshkent kimyo-texnologiya instituti

ORCID 0000-0001-6332-932X

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20953209>

Annotatsiya: Ushbu ilmiy tadqiqotda "Sintez gaz kimyosi va texnologiyasi" fani doirasida bo'lajak muhandis-texnologlarning transprofessional sub'ektligi va ekologik-gomeostatik barqarorlik darajalarini latent baholash muammolari ko'rib chiqilgan. An'anaviy pedagogik sinovlardagi sub'ektivizm va chiziqli foizli reyting tizimlarining cheklanganligi tahlil qilinib, muhandislik didaktikasida ilk bor Rasch (Item Response Theory - IRT) logistik modelini qo'llash uslubiyoti asoslangan. "Navoiyazot" AJ ishlab chiqarishidagi avariya (Fisher-Tropsch termik inqirozlari va membranali fouling effektlari) asosida yaratilgan test topshiriqlarining ob'ektiv qiyinchilik darajalari va talabalarning sub'ektiv operatsion qobiliyatlari umumiy logit shkalasiga o'tkazilgan. Kolmogorov-Smirnov, Fisher hamda Styudent mezonlari integratsiyasida olingan statistik natijalar taklif etilayotgan latent metrologiyaning an'anaviy baholash metodlariga nisbatan yuqori aniqlik va xolislikka ega ekanligini raqamli isbotlagan.

Kalit so'zlar: Transprofessional sub'ektlilik, latent o'lchov, Rasch modeli, IRT nazariyasi, logit shkalasi, qiyinchilik darajasi, qobiliyat parametri, Kolmogorov-Smirnov testi, pedagogik metrologiya.

MODEL FOR LATENT ASSESSMENT OF TRANSPROFESSIONAL SUBJECTIVITY IN CHEMICAL TECHNOLOGY EDUCATION

Abstract: This scientific research examines the problems of latent assessment of the transprofessional subjectivity and ecological-homeostatic stability levels of future engineer-technologists within the framework of the discipline "Synthesis Gas Chemistry and Technology." The subjectivism and limitations of linear percentage rating systems in traditional pedagogical tests were analyzed, and the methodology for applying the Rasch (Item Response Theory - IRT) logistical model in engineering didactics was substantiated for the first time. In the study, the objective difficulty levels of test tasks created based on accidents at the production facilities of JSC "Navoiyazot" (Fisher-Tropsch thermal crises and membrane fouling effects) and the subjective operational abilities of students were transferred to the general logit scale. The statistical results obtained through the integration of Kolmogorov-Smirnov, Fisher, and Student's criteria numerically proved that the proposed latent metrology possesses high accuracy and objectivity compared to traditional assessment methods.

Keywords: Transprofessional subjectivity, latent measure, Rasch model, IRT theory, logit scale, difficulty level, ability parameter, Kolmogorov-Smirnov test, pedagogical metrology.

МОДЕЛЬ ЛАТЕНТНОЙ ОЦЕНКИ ТРАНСПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СУБЪЕКТНОСТИ В ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Аннотация: В данном научном исследовании рассматриваются проблемы латентной оценки уровней транспрофессиональной субъектности и эколого-гомеостатической устойчивости будущих инженеров-технологов в рамках дисциплины "Химия и технология синтеза газа." Анализируется субъективизм в

традиционных педагогических тестах и ограниченность линейных процентных рейтинговых систем, а также впервые в инженерной дидактике обосновывается методика применения логистической модели Раша (Item Response Theory - IRT). В ходе исследования объективные уровни сложности тестовых заданий, разработанных на основе производственных аварий на АО "Навоиазот" (термические кризисы Фишера-Тропша и эффекты мембранного загрязнения), и субъективные операционные способности студентов были переведены в общую логит-шкалу. Статистические результаты, полученные путем интеграции критериев Колмогорова-Смирнова, Фишера и Стьюдента, численно доказывают, что предлагаемая латентная метрология обладает более высокой точностью и объективностью по сравнению с традиционными методами оценки.

Ключевые слова: Транспрофессиональная субъектность, латентное измерение, модель Раша, теория IRT, логит-шкала, уровень трудности, параметр способности, критерий Колмогорова-Смирнова, педагогическая метрология.

KIRISH. Muhandislik ta'lim klasteri sharoitida talabalarning faqat tor ixtisoslik bo'yicha reproduktiv bilimlarini emas, balki tarmoqlararo (kimyoviy kinetika + sanoat ekologiyasi + raqamli simulyatsiya) chiziqli bo'lmagan harakat traektoriyasini - transprofessional sub'ektivligini shakllantirish bosh pedagogik maqsaddir. Biroq, oliy ta'lim amaliyotida qo'llanilayotgan an'anaviy baholash tizimlari (standart reyting ballari va foizli indikatorlar) talabaniq real qobiliyat ko'rsatkichlarini xolis o'lchash imkoniga ega emas. Foizli baholash topshiriqning ob'ektiv qiyinchilik darajasiga to'g'ridan-to'g'ri bog'liq bo'lib, o'quv testlarining tarkibi o'zgarganda (masalan, osonroq yoki qiyinroq keyslar kiritilganda) talabaniq reyting balli ham sun'iy tarzda tebranadi.[1-5].

Pedagogik o'lchovlardagi ushbu sub'ektivizmni bartaraf etish hamda talabaniq transprofessional layoqatini topshiriqlar tarkibiga bog'liq bo'lmagan holda xolis baholash uchun zamonaviy metrologiyaning Rasch ob'ektiv o'lchov modeli (Item Response Theory) algoritmlarini muhandislik didaktikasiga integratsiya qilish metodologik zaruriyatga aylandi. Georg Rasch tomonidan taklif etilgan bir parametrlil logistik model talabaniq qobiliyati va topshiriqning qiyinchilik darajasini bitta umumiy chiziqli interval o'lchov birligi - logit (logarithm of odds) shkalasida parallel baholash imkonini beradi, bu esa baholash natijalarining invariantligini qonuniy ta'minlaydi.

METODOLOGIYA. Tadqiqot doirasida "Navoiyazot" AJ "Ammiak" va "GTL" majmualarining texnologik va ekologik inqirozli ssenariylari asosida 40 ta ko'p bosqichli integral test-topshiriqlari (keyslar) banki shakllantirildi. Mazkur testlar tarkibida talabaniq texnologik datchiklar oqimini o'qishi, Fisher-Tropsh reaktoridagi issiqlik inqirozini (*Runaway crisis*) va transmembrana bosiminiq sakrashini Aspen HYSYS simulyatorida jilovlash layoqatlari latent invariant ko'rinishda joylashtirildi. Talabaniq muvaffaqiyatli javob berish ehtimolligi bir parametrlil Rasch logistik

modeli formulasi asosida hisoblandi: $(1+x)^n = 1 + \frac{nx}{1!} + P_{ij} \left(X_{ij} = \frac{1}{Q_i, \beta_j} = \frac{\exp(Q_i - \beta_j)}{1 + \exp(Q_i - \beta_j)} \right)$

Bunda X_{ij} = i-chi talabaniq j-chi muhandislik keysiga bergan to'g'ri (adekvat) proaktiv javobi; Q_i - talabaniq sub'ektiv transprofessional qobiliyat darajasi (logits); β_j - o'quv keysining ob'ektiv pedagogik qiyinchilik darajasi (logits).

Dasturiy muhitda olingan natijalar Maximum Likelihood Estimation (MLE) iteratsiyalari yordamida qayta ishlanib, test topshiriqlarining ichki muvofiqligi (Infit/Outfit MNSQ statistikasi) qat'iy me'yoriy doirasida kalibrlandi [2; 11]. O'quv tajriba guruhlari tajribadan oldin va keyin ushbu logistik shkala yordamida diagnostika qilindi.

NATIJALAR. Latent baholash metodikasining ishonchliligini matematik isbotlash uchun tajriba guruhidagi TG2 = 64 nafar talaba) logit ballarining taqsimoti Kolmogorov-Smirnov noparametrik testi yordamida tekshirildi. Hisoblangan maksimal empirik farq $D_{calc} = 0.074$ ko'rsatkichni berdi. $\alpha = 0.05$ ahamiyatlilik darajasida jadvallik kritik qiymat $D_{crit} = 0.170$ ga teng bo'lib, $D_{calc} < D_{crit}$ sharti to'liq bajarildi, bu esa logit shkalasidagi ballar taqsimotining normal Gauss qonuniyatiga mutloq mos kelishini ko'rsatdi. Normal taqsimot aniqlangandan so'ng, an'anaviy foizli reyting tizimi va yangi Rasch modeli orqali olingan ballar orasidagi bog'liqlik Pearson chiziqli korrelyatsiyasi yordamida tahlil qilindi. Ikkala tizim o'rtasida mutloq yuqori to'g'ri korrelyatsiya 0.95 aniqlandi. Biroq, an'anaviy tizim chekka nuqtalarda (o'ta past va o'ta yuqori ball olgan talabalar kesimida) bilimlarning real farqini parchalab ko'rsata olmasligi (ordinal masshtab effekti) ma'lum bo'ldi. Rasch modelining logit shkalasi esa talabalarni qobiliyat darajasiga ko'ra chiziqli va xolis masofalarda joylashtirdi.

Yangi metodika joriy etilgandan so'ng tajriba guruhi talabalarining transprofessional qobiliyat ko'rsatkichlari boshlang'ich -1.24 logit ko'rsatkichdan yakuniy +2.48 logit ko'rsatkichgacha o'sdi. Bu o'sish Student parametrik kriteriyasida tekshirilganda, uning hisoblangan qiymati $t_{calc} = 14.32 > t_{crit} = 1.984$ ekanligi ma'lum bo'ldi va olingan natijalarning tasodifiy emasligi 99.9% aniqlik bilan matematik muhurlandi. Rasch modeli dars jarayonida talabalarining kognitiv charchash funksiyasi bilan sinxron ishladi: talabaning joriy qobiliyat logiti pasayib ketgan soniyalarda sun'iy intellekt agenti avtomatlashtirilgan tarzda topshiriq ssenariysini soddalashtirdi yoki yo'naltiruvchi prompts-ko'priklar (Scaffolded Prompts) yordamida talabaga didaktik yordam ko'rsatdi [6-8].

XULOSA. Oliy muhandislik-texnik ta'limida Rasch (IRT) modelining qo'llanilishi, talabalarining transprofessional sub'ektligi va ekologik-gomeostatik barqarorligini an'anaviy reyting baholash tizimlaridagi sub'ektivizmdan xoli, invariant va ob'ektiv baholash imkonini beruvchi fundamental pedagogik-metrologik instrumentdir. Kalibrlangan logit shkalasi dars jarayonida sun'iy intellekt agentlarining real vaqt rejimida moslashuvchan didaktik promptlar ko'prigini (prompt-scaffolding) aniq shakllantirishi uchun raqamli poydevor bo'lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Rasch, G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests. – Chicago: University of Chicago Press, 1980. – 199 p.
2. Muslimov, N. A., Qo'ysinov, O. A. Oliy texnik ta'limda talabalar bilimini baholashning pedagogik diagnostikasi // Kasb-hunar ta'limi. – Toshkent, 2021. – №4. – B. 45-52.
3. Sharipov, Sh. S. Talabalar ijodiy-konstruktorlik faoliyatini rivojlantirishning pedagogik asoslari. – Toshkent: Fan, 2010. – 202 b.
4. Karimov, I. T. Yirik kimyoviy majmualarda kadrlar adaptatsiyasi muammolari (Navoiyazot AJ misolida) // Kimyo va oziq-ovqat sanoati texnologiyalari. – Toshkent, 2023. – Vol. 4, №1. – B. 12-19.
5. Nazarov, S. M. O'zbekiston kimyo sanoatida ta'lim va ishlab chiqarish integratsiyasi muammolari // Sanoat va iqtisodiyot. – Toshkent, 2024. – №2. – B. 15-22.

6. F.I.Xudoyberdiyev. Kinetik inqirozlarni raqamli simulyatsiyalash va integrativ reaktor modellarini loyihalash metodikasi. Ta'limda istiqbolli izlanishlar - xalqaro ilmiy-metodik jurnal № 6/2026 ISSN: 3060-527X. 267-270 B.
7. F.I.Xudoyberdiyev. Kimyo-texnologiya ta'limida klasterli muhitini integratsiyalash metodikasi. <https://in-academy.uz/index.php/ZDPP/article/view/52479>.
8. F.I.Xudoyberdiyev. Fisher-tropsh sikllari inqirozlarini taqsimlangan intellekt muhitida loyihalash. <https://in-academy.uz/index.php/ZDIFT/article/view/52481>.