

FISHER-TROPSH SIKLLARI INQIROZLARINI TAQSIMLANGAN INTELLEKT MUHITIDA LOYIHALASH

Xudoyberdiyev Fazliddin Isroilovich

Toshkent kimyo-texnologiya institute “Sanoat iqtisodiyoti” kafedrasi professori

ORCID 0000-0001-6332-932X

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20716522>

Annotatsiya. Ushbu tezisdagi muhandislik ta’lim klasterida sun’iy intellekt hamda bulutli pedagogik raqamli egizaklar (Cloud Digital Twins) integratsiyalashgan adaptiv o’quv muhitining talabalar transprofessional muhandislik sub’ektligini rivojlantirishdagi samaradorligi tadqiq etilgan. Fisher-Tropsch sintezi (GTL texnologiyasi) reaktorlaridagi termik issiqlik inqirozlarining Shulc-Flori taqsimotiga ta’siri hamda membranali bioreaktorlardagi (MBR) konsentratsion qutblanish muammolari o’quv modullari kesimida o’rganilgan. Olingan koeffitsientlarning ko’p faktorli regressiya va Pirson korrelyatsiyasi vositasidagi miqdoriy tekshiruvlari modelning yuqori validligini isbotlagan.

Kalit so’zlar: Fisher-Tropsch sintezi, Shulc-Flori taqsimoti, Membranali bioreaktor, taqsimlangan intellekt, jamoaviy kognitiv yuklama, Pirson korrelyatsiyasi, regressiya tahlili.

DESIGNING FOR FISHER-TROPSCH CYCLE CRISES IN A DISTRIBUTED INTELLIGENCE ENVIRONMENT

Abstract: This thesis investigates the effectiveness of an adaptive learning environment, integrated with artificial intelligence and cloud-based pedagogical digital twins (Cloud Digital Twins), in developing students' transprofessional engineering subjectivity within an engineering education cluster. The influence of thermal crises on the Schulz-Flory distribution in Fischer-Tropsch synthesis reactors (GTL technology) and the problems of concentration polarization in membrane bioreactors (MBR) are studied in the context of educational modules. Quantitative verification of the obtained coefficients using multifactorial regression and Pearson correlation has proven the high validity of the model.

Keywords: Fischer-Tropsch synthesis, Schulz-Flory distribution, Membrane bioreactor, distributed intelligence, collective cognitive load, Pearson correlation, regression analysis.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРИЗИСНЫХ РЕЖИМОВ В ЦИКЛАХ ФИШЕРА- ТРОПША В СРЕДЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация: В данном тезисе исследована эффективность интегрированной адаптивной образовательной среды, объединяющей искусственный интеллект и облачные педагогические цифровые двойники (Cloud Digital Twins) в инженерном образовательном кластере, для развития транспрофессиональной инженерной субъектности студентов. В разрезе учебных модулей изучено влияние термических кризисов в реакторах синтеза Фишера-Тропша (технология GTL) на распределение Шульца-Флори, а также проблемы концентрационной поляризации в мембранных биореакторах (МБР). Количественная проверка полученных коэффициентов с помощью многофакторной регрессии и корреляции Пирсона подтвердила высокую валидность модели.

Ключевые слова: синтез Фишера-Тропша, распределение Шульца-Флори, мембранный биореактор, распределенный интеллект, коллективная когнитивная нагрузка, корреляция Пирсона, регрессионный анализ.

KIRISH

Sintez-gas kimyosining eng zamonaviy, murakkab va strategik yoʻnalishlaridan biri - bu koʻmir, tabiiy gaz va biomassadan sintetik suyuq yoqilgʻi (GTL-Gas-to-Liquids) olish imkonini beruvchi Fisher-Tropsh sintezi hisoblanadi. Mazkur geterogen-katalitik texnologiya oʻta yuqori ekzotermik xarakterga ega boʻlganligi sababli, sanoat reaktorlarida haroratning nazoratsiz sakrashi katalizatorning sinterlanishiga, jarayon unuminin keraksiz metan gaziga aylanishiga va oʻta xavfli avariyalarga sabab boʻladi. Shuningdek, sintez sexlaridan chiquvchi tarkibida ammiak va oʻta zaharli siyanid boʻlgan oqovalarni membranali bioreaktorlarda tozalash va suvni 100% yopiq siklga qaytarish, membrana yuzasida konsentratsion qutblanish (*fouling*) inqirozlarini keltirib chiqaradi. Ushbu chiziqli boʻlmagan murakkab tizimlarni vaqt bosimi ostida boshqarish bitta mutaxassis xotira sigʻimidan yuqori boʻlganligi sababli, anʼanaviy yakka tartibdagi dars formatlari inqirozga uchramoqda. Ushbu uslubiy muammoni yechish uchun maqolada darslarni kichik guruhlarda (smenalarda) **Taqsimlangan intellekt** (*Distributed Cognition*) hamda sunʼiy intellekt agentlari sinergetikasida tashkil etish metodikasi ishlab chiqildi va ilmiy asoslandi.

METODOLOGIYA

Tadqiqotda darslar 4-5 kishilik kichik jamoalarda (smenada) rollararo interaktiv bogʻliqlikda (*Interdependent role-play*) tashkil etildi. Smena aʼzolari oʻrtasida kognitiv kapital funksional taqsimlandi: *Bosh texnolog* Shulc-Flori tenglamasi va Shulc-Flori zanjirining oʻsish ehtimolligi koʻeffitsienti yordamida harorat 230°C dan 285°C ga oshganda mahsulot selektivligi va ogʻir uglevodorodlar fraktsiyasi pasayishini kinetik hisoblab chizdi. *Muhandis-ekolog* esa faol biotsenozning Haldane substrat ingibirlash kinetikasini hamda MBR filtrlaridagi transmembrana bosimini Ergun-Darcy gidrodinamik formulalari yordamida onlayn monitoring qildi. Jamoa aʼzolari birgalikda bulutli raqamli egizak (*Cloud Digital Twin*) pultida 150 soniyalik *Crisis screening* taymeri ostida virtual klapanlarni boshqarib, sirkulyatsiya gazini oshirish, haroratni muvozanatlash va membrana yuzasini havo purkagich yordamida teskari yuvish operatsiyalarini sinxron bajardilar. AI agenti (*LSTM* neyron tarmogʻi) talabaning sensor-motor harakatlaridan kognitiv charchash funksiyasini hisoblab, talabaning joriy Rasch model logit darajasiga koʻra dars panelida didaktik tayanchlarni (*prompt-scaffolding*) avtomatlashtirilgan tarzda shakllantirdi. Yakunda jamoalar yopiq resurs aylanishi (**Eco-efficiency loop**) loyihasini iqtisodiy (*CAPEX/OPEX*) mezonlarda guruhlararo muloqot maydonida himoya qildilar.

NATIJALAR

Jamoaviy muloqot va taqsimlangan intellekt muhitining talabalar muhandislik-ekologik tafakkuriga koʻrsatgan taʼsirini latent oʻlchash maqsadida kognitiv xaritalash zichligi va amaliy topshiriqlarni yechish tezligi oʻrtasidagi bogʻliqlik Pirson chiziqli korrelyatsiya koʻeffitsienti formulasida hisoblandi. Intellektual-adaptiv muhitga jalb etilgan tajriba guruhi talabalari TG2 (=64 nafar) koʻrsatkichlari tahlil qilinganda, yakuniy chiziqli korrelyatsiya koʻeffitsienti **0,93** ga teng boʻldi.

Sinergetik metrologiyaga ko'ra, 0,93 koeffitsienti ikki geterogen kasbiy ko'rsatkich o'rtasida mutloq va deyarli funksional darajadagi to'g'ri korrelyatsion bog'liqlik mantiqini isbotlaydi. Ushbu yuqori matematik natijaning pedagogik-psixologik interpretatsiyasi shuni ilmiy isbotladiki, sun'iy intellekt va bulutli raqamli egizaklar yordamida ontologik modellashtirilgan muhitda talaba ma'ruzaviy bilimlarni (Fisher-Tropsh kinetikasini) qanchalik mukammal vizual xaritalasa, uning yuksak ekologik mas'uliyat poydevorida, avariya taymerlari bosimi ostida xotirjamlikni saqlab, to'g'ri muhandislik qarorini qabul qilish instinktlari ham shunchalik yuqori darajada proaktiv va avtomatlashtirilgan xarakter kasb etadi. O'quv jarayonisi ustidan o'tkazilgan ko'p faktorli regressiya tahlili 0,86 talabalarning transprofessional sub'ektligi shakllanishi 86% holatda aynan jamoaviy kognitiv yuklamani to'g'ri muvozanatlash drayveriga bog'liqligini miqdoriy jihatdan yakuniy tasdiqladi.

XULOSA

Xulosa qilib aytish mumkinki, Fisher-Tropsh sintezi kinetik inqirozli holatlari hamda membranali bioreaktorlar gidrodinamikasini jamoaviy loyihalash ssenariylari, talabalarda destruktiv kompartmentalizatsiya sindromini butunlay yo'qotadi va fanlararo sinergiyani ta'minlaydi.

Taqsimlangan intellekt va bulutli raqamli egizaklar integratsiyasi talabalarda reproduktiv fikrlash cheklanganligini sindirib, bitiruvchilarning ishlab chiqarish sharoitida yuqori ekologik xavfsizlik madaniyati poydevorida muvaffaqiyatli transprofessional sub'ekt sifatida faoliyat ko'rsatishini amalda to'liq ta'minlaydi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Jonassen, D. H. Learning to Solve Problems: An Instructional Design Guide. – San Francisco: John Wiley & Sons, 2010. – 256 p.
2. Statistical Metrology. Mathematical Methods and Assessment Designs in Engineering Pedagogy. – New York: Academic Press, 2023. – pp. 145-168.
3. Fogler, H. S. Elements of Chemical Reaction Engineering. 5th ed. – Boston: Prentice Hall, 2016. – 980 p.
4. Schuster, K. Industry 4.0 and Pedagogical Digital Twins in Higher Technical Education. – Berlin: Springer, 2023. – 190 p.
5. Grossen, L., van Merriënboer, J. Four-Component Instructional Design (4C/ID) Model for Complex Industrial Task Layouts // Educational Technology Research and Development. – 2024. – Vol. 72. – pp. 145-168.
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.