

G'ALLA YIG'ISHTIRISH TEXNOLOGIYALARI VA KOMBAYNLAR ISHLASHINI ANIMATSION MATEMATIK MODELASHTIRISH ASOSIDA O'QITISH

X.U.Chuyanov¹

Mas'ul muallif: Chuyanov Xurshid Uralovich, Qarshi davlat texnika universiteti, Oliy matematika kafedrasida katta o'qituvchisi, Orcid: 0009-0000-8126-3459.

e-mail: E-mail: chuyanovxurshid@gmail.com

Accepted: 11 Avgust 2026
Published: 11 Avgust 2026

Copyright: © 2026 by the author(s). Licensee Buxoro xalqaro universiteti ilmiy axborotnomasi.

Iqtibos uchun: Chuyanov, X. U. G'ALLA YIG'ISHTIRISH TEXNOLOGIYALARI VA KOMBAYNLAR ISHLASHINI ANIMATSION MATEMATIK MODELASHTIRISH ASOSIDA O'QITISH / X. U. Chuyanov // Buxoro xalqaro universiteti ilmiy axborotnomasi. — 2026. — T. 7, № 2. — B. 206–211.

1. Qarshi davlat texnika universiteti, Oliy matematika kafedrasida katta o'qituvchisi, Orcid: 0009-0000-8126-3459

Annotatsiya. Maqolada g'alla hosilini yig'ishtirish texnologiyalari hamda g'alla kombaynlari ishlashi va texnologik ish jarayonini o'qitishda Python/MATLAB asosidagi animatsion simulyatsion moduldan foydalanish pedagogik samaradorligi empirik jihatdan o'rganilgan. Modul don yig'ishtirish texnologik zanjirining asosiy bosqichlari kesish, xirmonlash, ajratish, aerodinamik tozalash va donni tashishni agrotexnik parametrlar asosida raqamli modellashtiradi va talabalar Jupyter Notebook interfeysida parametrlarni o'zgartirib, don yo'qotishi va kombayn unumdorligi ko'rsatkichlarini real vaqtda kuzatadi. 2024-yil fevral-may oylarida Qarshi davlat texnika universitetida 60810100 – "Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashtirish" ta'lim yo'nalishi talabalarida o'tkazilgan pretest-posttest kvazitajribaviy tadqiqotda (tajriba guruhi nazorat guruhi) tajriba guruhining kognitiv va operatsional kompetensiya ko'rsatkichlari statistik jihatdan ishonchli yuqori ekanligi aniqlandi: kognitiv komponent bo'yicha foiz punkti (Welch ; ; Cohen's); operatsional kompetensiya bo'yicha foiz punkti (baholash mezoni bo'yicha effect hajmi). Bloom taksonomiyasining "qo'llash" darajasida va "tahlil" darajasida yuqori effektlar qayd etildi.

Kalit so'zlar: g'alla hosilini yig'ishtirish, g'alla kombaynlari, texnologik ish jarayoni, matematik modellashtirish, animatsion simulyatsiya, sun'iy intellekt, agrotexnika ta'limi, Bloom taksonomiyasi, kasbiy kompetensiya.

ОБУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЯМ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И РАБОТЕ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ НА ОСНОВЕ АНИМАЦИОННОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В статье эмпирически исследована педагогическая эффективность использования анимационного симуляционного модуля, разработанного на основе Python/MATLAB, при обучении технологиям уборки зерновых культур, работе зерноуборочных комбайнов и их технологическому процессу. Разработанный модуль обеспечивает цифровое моделирование основных этапов технологической цепочки уборки зерна срезания, обмолота, сепарации, аэродинамической очистки и транспортирования зерна с учетом агротехнических параметров. В среде Jupyter Notebook обучающиеся могут изменять параметры модели и в режиме реального времени анализировать показатели потерь зерна и производительности зерноуборочного комбайна W (га/ч). Эффективность предложенного подхода оценивалась в ходе квазиэкспериментального исследования по схеме pretest-posttest, проведенного в период с февраля по май 2024 года среди студентов образовательной программы 60810100 – «Механизация сельского хозяйства» Каршинский государственный технический университет (экспериментальная группа , контрольная группа). Полученные результаты свидетельствуют о статистически значимом превосходстве экспериментальной группы по показателям когнитивной и операциональной компетентности: прирост когнитивного компонента составил 14,5 процентного пункта (Welch $t'(172,1) = 7,84$; ; Cohen's), а операциональной компетентности - +27,1 процентного пункта (размер эффекта по критерию оценивания). Наиболее выраженные эффекты были зафиксированы на уровнях таксономии Блума «применение» () и «анализ» ().

Ключевые слова: уборка зерновых культур, зерноуборочные комбайны, технологический процесс, математическое моделирование, анимационное моделирование, искусственный интеллект, агроинженерное образование, таксономия Блума, профессиональная компетентность.

TEACHING GRAIN HARVESTING TECHNOLOGIES AND COMBINE HARVESTER OPERATION BASED ON ANIMATED MATHEMATICAL MODELING

Abstract. This article presents an empirical investigation of the pedagogical effectiveness of applying a Python/MATLAB-based animated simulation module in teaching grain harvesting technologies, as well as the operating principles of combine harvesters and the characteristics of their technological workflow. The developed module enables digital simulation of the key stages of the grain harvesting technological chain,

including cutting, threshing, separation, aerodynamic cleaning, and grain transportation, based on agrotechnical parameters. Using the Jupyter Notebook interface, students can adjust model parameters and observe real-time changes in grain loss and combine harvester productivity indicators. During February–May 2024, a quasi-experimental pretest–posttest design was implemented at Karshi State Technical University involving students enrolled in the 60810100 – “Agricultural Mechanization” degree program. The study sample comprised students, including an experimental group () and a control group (). The findings revealed statistically significant improvements in the cognitive and operational competence scores of students in the experimental group compared with those in the control group. The mean gain in the cognitive component was percentage points (Welch’s Cohen’s), whereas the operational competence demonstrated a percentage-point improvement with a large effect size (). According to Bloom’s revised taxonomy, large effect sizes were identified at the “apply” () and “analyze” () cognitive process levels.

Keywords: grain harvesting, combine harvesters, technological process, mathematical modelling, animated simulation, artificial intelligence, agricultural engineering education, Bloom’s taxonomy, professional competence.

Kirish. Qishloq xo‘jaligi muhandisligida g‘alla hosilini yig‘ishtirish texnologiyalari muhandislik nazariyasi va kasbiy amaliyotning sintezi hisoblanadi. O‘zbekistonda 2023-yil ma‘lumotlariga ko‘ra g‘alla ekin maydoni 1,48 mln gektarni tashkil etib, yig‘im-terim davrida mexanizatsiyalashtirilgan jarayonlarda agrotexnik talablarga rioya etilmaganligi sababli don yo‘qotishi 3,8–6,2% ga yetadi [1]. Buning asosiy texnik sababi, kombayn texnologik tizimidagi xirmonlash, ajratish va tozalash bosqichlarining optimal sozlanmasligi. Shu sababli bo‘lajak agrotexnika muhandisining kombayn texnologik zanjirini chuqur bilishi kasbiy kompetensiyaning strategik elementidir.

Biroq an‘anaviy ta‘limda kombayn tuzilishi va texnologik ish jarayoni asosan darslik rasmlari, sxemalar va chizmalar orqali o‘qitiladi. Talabalarining 62 foizi kombayn xirmonlash parametrlarining (aylanish chastotasi, deka ochiqdigi) don yo‘qotishi va unumdorlikka ta‘sirini izohlashda qiyinchilikga duch keladi [2]. Bu muammo ayniqsa O‘zbekistondagi agrotexnika oliy ta‘lim muassasalarida darsliklardagi agrotexnik misollar ulushi faqat 8 foiz, holbuki Germaniya va Niderlandiya universitetlarida bu ko‘rsatkich 65–78 foizni tashkil etadi [3].

Adabiyotlar tahlili ko‘rsatadiki, murakkab texnologik jarayonlarni o‘rgatishda animatsion matematik modellashtirish samarali pedagogik vosita sifatida isbotlangan. R.E. Mayer o‘zining “Multimedia Learning” asarida multimedia vositalari asosida ta‘lim samaradorligini oshirishning psixologik va pedagogik asoslarini tadqiq etgan. Muallifning multimedia o‘qitish nazariyasiga ko‘ra, inson axborotni vizual va verbal kanallar orqali qabul qiladi hamda ushbu ikki kanaldan samarali foydalanish bilimlarni chuqurroq o‘zlashtirishga yordam beradi [4]. K.A. Ericsson, R.T. Krampe va C. Tesch-Rumer tomonidan olib borilgan tadqiqotda ekspertlikni shakllantirishda ongli va maqsadli mashq qilishning muhim rolini asoslab berganlar. Ularning fikricha yuqori natijaga erishish, aniq maqsadga yo‘naltirilgan, teskari aloqa asosida takomillashtiriladigan mashqlar tizimi orqali ta‘minlanadi. Ushbu yondashuv zamonaviy ta‘limda kompetensiyalarni rivojlantirish va individual o‘quv jarayonini tashkil etishning nazariy asoslaridan biridir. [5]. Qo‘shimcha ravishda, W. Blum va D. Leiblar matematik modellashtirish masalalarini yechishda talabalar va o‘qituvchilarning faoliyatini tahlil qilib, modellashtirish jarayonining bosqichlari hamda yuzaga keladigan qiyinchiliklarni o‘rganganlar. Tadqiqotda matematik model tuzish, real vaziyatni matematik ifodalash va natijalarni talqin qilish ko‘nikmalarini rivojlantirish ta‘lim samaradorligini oshirishning muhim omili sifatida ko‘rsatilgan. [6]. Biroq agrotexnika sohasida, xususan g‘alla kombayni texnologiyasini o‘qitishda ushbu yondashuvlarning eksperimental baholanishi yetarlicha amalga oshirilmagan [7].

Tadqiqotning maqsadi: Python/MATLAB asosidagi animatsion simulyatsion modulning g‘alla kombaynlari tuzilishi va texnologik ish jarayonini o‘qitishda qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalashtirish yo‘nalishi talabalari kasbiy kompetensiyalarining kognitiv va operatsional komponentlariga ta‘sirini empirik jihatdan aniqlash.

Tadqiqot vazifalari:

g‘alla yig‘ishtirish texnologik zanjirini differensial tenglamalar va agrotexnik parametrlar orqali raqamli modellashtirish va animatsion simulyatsiya ishlab chiqish;

simulyatsion modulni “Qishloq xo‘jaligi mashinalari” fani doirasida yetti bosqichli modellash metodikasiga asoslangan holda o‘quv jarayoniga integratsiya qilish;

modulning kognitiv va operatsional kompetensiyaga ta‘sirini pretest-posttest kvazitajribaviy tadqiqot modeli orqali statistik baholash;

motivatsional mexanizmlarni sifatli tahlil (yarim tuzilmali suhbatlar, tematik tahlil) yordamida aniqlash.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi: O‘zbekiston agroklmatik sharoitiga moslashtirilgan (Qashqadaryo viloyati, hosildorlik, don namligi, mahalliy texnika parki: Don-680M, Claass Mega 360, JD S770) g‘alla yig‘im-terimi parametrlarini o‘z ichiga olgan Python/MATLAB animatsion kombayn simulyatsiyasi birinchi marta bo‘lajak agrotexnika muhandislarini o‘qitish maqsadida qo‘llanilmoqda va O‘zDSt 1413:2020 talablari bilan bevosita bog‘langan holda pedagogik samaradorligi empirik baholanmoqda.

Metodlar. Pretest-posttest nazorat guruhli kvazitajribaviy tadqiqot modeli asosida tadqiqot tashkil etildi [8]. Tadqiqot maydoni sifatida Qarshi davlat texnika universiteti tanlanib 60810100 – “Qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalashtirish” ta‘lim yo‘nalishida tahsil olayotgan talabalar 2023–2024 o‘quv yili bahorgi semestrda nafar talaba (tajriba guruhi, nazorat guruhi) ishtirokida tajriba sinov ishlari o‘tkazildi. Guruhlarning boshlang‘ich tayyorgarlik tengligi Welch testi bilan tasdiqlandi: ; ; . Shuningdek, Shapiro-Wilk mezon asosida test o‘tkazildi. Tajriba guruhida ; , nazorat guruhida esa ; - har ikkala guruhda natijalar olinib maqbul mezon qabul qilindi. Levene dispersion tengligi: ; -

gomerokedastiklik taxmini ham qabul qilindi, ammo konservativ Welch t-test ishlatildi.

Simulyatsion modul tuzilmasi.

"G'alla kombayni texnologik ish jarayoni" simulyatsion moduli Python 3.11 (NumPy, SciPy, Matplotlib, ipywidgets) asosida Jupyter Notebook formatida ishlab chiqildi. Modul besh interaktiv blokdan iborat:

1. Kombayn tugunlari animatsiyasi (Matplotlib.animation). Reaper → elevator → xirmonlash barabani → straw walker → cleaning shoe → bunker zanjiri real vaqtda vizual namoyish etiladi. Talabalar har bir tugunning parametrini ipywidgets.interact slyderi orqali o'zgartiradi va texnologik ko'rsatkichlar darhol yangilanadi. Don yo'qotish agrotexnik talabga mos (O'zDSt 1413:2020).

2. Xirmonlash kinetikasi modeli (scipy.integrate.odeint). Xirmonlash kinematikasi harakatining differensial tenglamasi formulasi asosida va deka ochiqqligi uchun son yechim topiladi.

3. Aerodinamik tozalovchi modeli (3D surface plot). Shamol tezligi va elak vibratsiyasi kombinatsiyasida tozalash samarasi 3D sirt (surface plot) ko'rinishida vizuallashtiriladi.

4. Unumdorlik optimallashtirish (scipy.optimize.minimize_scalar). funksiyasini maximallashtirish va cheklovi ostida (O'zDSt 1413:2020) optimal tezlik va xirmonlash chastotasi aniqlanadi.

5. Kasbiy faoliyat bo'limi. Barcha hisob-kitob natijalari O'zDSt 1413:2020 va korxonaning texnik pasporti talablari bilan taqqoslanadi; talaba minimal 200 so'zli muhandislik xulosasi yozadi: "Qashqadaryo sharoitida () optimal kombayn sozlamalari qanday?"

Tajriba guruhida modul 8 mashg'ulot (16 akademik soat) davomida an'anaviy darslik bilan parallel (blended) qo'llanildi. Nazorat guruhida xuddi shu mavzular va soatlar doirasida faqat an'anaviy o'qitish texnologiyasi qo'llanildi.

O'lvov vositalari.

Kognitiv komponent: Ko'p bosqichli yozma test (KBT) 30 ta savol Bloom 1–6 daraja bo'lib, agrotexnik kontekst ulushi va savol yaratish bo'yicha ekspert kelishuvi Kendall hamda Cronbach . Pretest va posttest bir xil versiyada parallel qo'llanildi, versiyalar o'rtasidagi korrelyatsiya .

Operatsional kompetensiya: 6 mezonli analitik baholash (maks. 24 ball) muammoni aniqlash – 0-4, matematik modellash – 0-4, parametrlar tanlash asoslanishi – 0-4, hisob to'g'riligi – 0-4, natijani kasbiy faoliyatda tatbiq qilish – 0-4, simulyatsiyadan samarali foydalanish – 0-4 ballar bilan taqsimlangan. Ikkita mustaqil baholovchi tomonidan to'ldirildi.

Statistik tahlil: IBM SPSS Statistics 26 va Python 3.11 (scipy.stats, pingouin) yordamida, Welch t-testi ikkita mustaqil guruh, normal taqsimot aniqlangan holda topildi. Bundan tashqari tartibli shkalada baholash mezonlari uchun Mann-Whitney U-testidan foydalanildi. (t-test uchun) va effekt hajmi ham hisobga olindi. Normallashtirilgan o'zlashtirish o'sishi Hakening formulasi yordamida hisoblandi [10]. Bonferroni korreksiyasi baholash vositasiga ko'ra olti mezon uchun ekanligi aniqlandi.

Natijalar.

Kognitiv komponent – KBT natijalari (pretest va posttest).

Jadval-1.

KBT pretest va posttest natijalari: guruhlar qiyosi (maks. 30 ball)

Ko'rsatkich	Taj.M±SD	Naz. M±SD	Welch		Cohen's
Pretest	13,28±3,19	13,41±3,34	0,25	0,801	0,04 (aham. yo'q)
Posttest	22,16±3,04	17,83±3,48	7,84*	<0,001	1,19 (katta)
Foizli ulush	73,9%	59,4%	-	-	+14,5
Norm. gain (g)	0,67 (yuqori)	0,41 (o'rta)	-	-	-

* ; 95% : . Hake (1998): - yuqori; 0,3 < - o'rta.

1-jadval ko'rsatadiki, pretest bosqichida guruhlar o'rtasida statistik farq yo'q - boshlang'ich tenglik tasdiqlangan. Posttest bosqichida Welch – katta effekt. Tajriba guruhi posttest foizli ulushi va 59,4 – farq +14,5 foiz punkti. Normallashtirilgan o'zlashtirish o'sishi (Hake bo'yicha "yuqori") va nazorat ("o'rtacha"). Bu modul g'alla yig'ishtirish texnologiyasi bo'yicha bilim va tushunishni sezilarli oshirganligini ko'rsatadi.

Bloom taksonomiyasi bo'yicha differensial tahlil quyidagicha.

Jadval-2.

Bloom darajalari bo'yicha KBT posttest natijalari

Bloom darajasi (maks. ball)	Taj.	Naz.	Welch		Cohen's
1. Bilish (maks. 5)	4,57	4,39	1,87	0,063	0,22 (past)
2. Tushunish (maks. 6)	5,24	4,72	3,71	<0,001	0,42 (o'rtacha)
3. Qo'llash (maks. 7)	5,61	3,81	10,82	<0,001	1,47 (yuqori)
4. Tahlil (maks. 5)	4,03	2,51	10,14	<0,001	1,42 (yuqori)
5. Sintez (maks. 4)	2,68	1,71	7,94	<0,001	1,18 (yuqori)
6. Baholash (maks. 3)	0,03	0,29	-2,84	0,005	-0,38 (past, teskari)

Izoh: 6-darajada nazorat guruhi ozgina ustun - metakognitsiya uzoq muddatli shakllanadi; bu kutilgan holat (Flavell, 1979). Barcha (Bonferroni).

2-jadval ko'rsatadiki, "3. Qo'llash" va "4. Tahlil" darajalarida yuqori effektlar qayd etildi. Bu animatsion simulyatsiya talabalarni kombayn parametrlarini haqiqiy agrotekhnika muammolarga qo'llash va tahlil qilishda alohida samarali ekanligini ko'rsatadi. "Bilish" darajasida - past ko'rsatkichni qayd etgan. An'anaviy o'qitish faktual bilimlarni yetarlicha shakllantirib beradi. "Baholash" darajasida teskari ko'rsatkich izohlangan. Muhokama bo'limida batafsil keltirilgan.

Operatsional kompetensiya - baholash mezonlari natijalari.

Jadval-3.

Baholash mezonlari bo'yicha Mann-Whitney U-testi natijalari (maks. 24 ball)

Rubrika mezon	Taj.Mdn	Naz.Mdn	U	Z	p	Effekt
1. Muammoni aniqlash (maks.4)	3,5	2,5	2814	-5,38	<0,001	0,39 (o'rta)
2. Matematik modelashtirish (maks.4)	3,0	2,0	2190	-7,01	<0,001	0,51 (katta)
3. Parametrlar tanlash (maks.4)	3,0	2,0	2504	-6,12	<0,001	0,45 (o'rta)
4. Hisob to'g'riligi (maks.4)	4,0	3,0	3084	-4,61	<0,001	0,34 (o'rta)
5. Kasbiy kontekstda talqin (maks.4)	3,0	1,5	1874	-8,07	<0,001	0,59 (katta)
6. Simulyatsiyadan foydalanish (maks.4)	2,5	0,5	1031	-10,58	<0,001	0,77 (katta)
JAMI (maks. 24)	18,3	11,8	3804	-7,96	<0,001	0,58 (katta)

Izoh: Barcha 6 mezon bo'yicha < Bonferroni . Umumiy: Taj. 76,3 vs Naz. 49,2 - +27,1 .

Barcha olti mezon bo'yicha tajriba guruhi statistik ustunlikni ko'rsatdi (Bonferroni korreksiyasidan keyin ham barcha). Eng yuqori effekt oltinchi mezonda namoyon bo'ldi, bunda = 0,77. Nazorat guruhida bu ko'nikma deyarli rivojlanmagan. Beshinchi mezon bo'yicha kasbiy kontekstda talqin = 0,59 ga teng. Bu modul talabalarni va natijalarini O'zDSt 1413:2020 reglamenti bilan bog'lab o'rganilganligi sabab katta bo'ldi. Umumiy jami baholash mezonlari bo'yicha tajriba guruhi 18,3/24 (76,3) va nazorat guruhi 11,8/24 (49,2) natijalar qayd etdi, ularning farqi +27,1 foizni tashkil etdi.

Sifatli tahlil natijalari. "Kombaynni ichidan ko'rdim" (18/20 talaba, 90). Suhbatdoshlarning katta qismi animatsion simulyatsiya kombayn tuzilishini ular uchun oldingi usullar bilan erishib bo'lmaydigan darajada ko'rgazmali qilib berganini ta'kidladi. Bunda tipik javob: "Darslikda xirmonlash barabani sxemasi bor edi. Lekin Python da dan ga o'zgartirganimda, don yo'qotishi avval kamayib, keyin yana oshganini o'z ko'zim bilan ko'rdim. Bu formula emas mashina edi."

"Standart va haqiqat o'rtasida" (14/20 talaba, 70%). Hisoblangan ni O'zDSt 1413:2020 reglamenti va Don-680M texnik pasporti bilan solishtirish jarayonini talabalar "muhandis kabi fikrlash" deb ta'rifladi. Natijada hosildorlik va don yo'qotishi o'rtasidagi "kompromis" munosabatni simulyatsiya orqali fahmlab olganliklarini hamda motivatsiyani oshirganini ta'kidlashdi.

"O'zbekiston ma'lumotlari, o'zimiz uchun" (12/20 talaba, 60%). Don namligi (Qashqadaryo, 2023), hosildorlik kabi mahalliy real ko'rsatkichlar va Don-680M, Claass Mega 360 texnika parkining ishlatilishi talabalar uchun mavzuning o'ziga tegishlilikini his etilishini ta'minlagan.

Muhokama. Erishilgan natijalar (kognitiv; operatsional) mavjud adabiyotlar kontekstida mustahkam ko'rinadi. R.E. Mayerning multimedia ta'lim nazariyasiga ko'ra, animatsiya va matnning integratsiyalashgan taqdimoti o'quv materialini tushunish samaradorligini alohida axborot kanallari orqali taqdim etilgan ma'lumotlar yig'indisidan oshiradi [4]. Bizning

tadqiqotimiz bu nazariyani agrotexnik usulni qo'llab-quvvatlaydi. Kombayn barabani animatsiyasi va xirmonlash kinetikasi matematik modeli birgalikda Bloom 3–4-darajalarida juda katta effektlar berdi [].

Oltinchi mezon simulyatsiyadan samarali foydalanishda – barcha mezonlardan eng yuqori effektini ko'rsatdi. Bu K.A. Ericsson, R.T. Krampe va C. Tesch-Rumerlarning ongli va maqsadli mashq qilish nazariyasini qo'llab-quvvatlaydi [5]. Bunda talabalar parametrlarni takror-takror o'zgartirib, natijani kuzatib, muhandislik intuitsiyasini shakllantirishdi. An'anaviy o'qitishda ushbu ko'nikma deyarli rivojlanmagan ($Mdn = 0,5$ va $2,5$). Bu an'anaviy yondashuv cheklovini aniq ko'rsatadi.

"6-Bloom darajasi (baholash)" da nazorat guruhi tajriba guruhidan ozgina ustun [] topilmasi paradoksal ko'rinadi. J.H. Flavellning metakognitsiya nazariyasiga ko'ra, yuqori kognitiv nazorat uzoq muddatli mashq natijasida shakllanadi [11]. Tajriba guruhida talabalar yangi Python interfeysi va simulyatsion muhitni o'rganishga kognitsiya resurslarini sarflagan. Bu "baholash" darajasida nazorat guruhidan ortda qolishga olib kelgan bo'lishi mumkin. Bu jarayon metodikaning keyingi bosqichida metakognitsiyani alohida rivojlantirishga muhtojligini ko'rsatadi.

K.R. Koedinger, J.R. Andersonlarning Cognitive Tutor meta-tahlili effekt bergan [12]. Bizning modulimizning [] ancha yuqori natijasi uchta farqlovchi omildan iborat, ular mahalliy real ma'lumotlar (Qashqadaryo, Don-680M,) – "muvofiqlik" motivatsiyasi. O'zDSt 1413:2020 bilan majburiy taqqoslash – kasbiy tafakkur majburiyati. 5-bosqichli to'liq modellashtirish sikli – W. Blum va D. Leib modeli bo'yicha tuzilgan [6].

Xulosa. Python/MATLAB asosidagi animatsion simulyatsion modul g'alla hosilini yig'ishtirish texnologiyalari va g'alla kombaynlari tuzilishini o'qitishda qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashtirish ta'lim yo'nalishi talabalarining kasbiy kompetensiyalarini statistik jihatdan ishonchli oshirdi. Kognitiv komponent (va ; Welch ; ;); operatsional kompetensiya (va ; baholash mezoni bo'yicha effekt hajmi = $0,58$; . Bloom taksonomiyasining "qo'llash" [] va "tahlil" [] darajalarida juda katta effektlar qayd etildi. Sifatli tahlillardan kelib chiqib uchta motivatsion mexanizm aniqlandi. Ular animatsion vizualizatsiya, O'zDSt 1413:2020 bilan bog'liqlik va mahalliy agroklimatik ma'lumotlar.

Amaliy tavsiyalar:

Agrotexnika OTMLarida "Qishloq xo'jaligi mashinalari" fanini o'qitishda g'alla kombayni laboratoriya ishlarini Python/Matplotlib animatsion simulyatsiya asosida tashkil etish.

Xirmonlash kinetikasi, aerodinamik tozalash va unumdorlik modellarini O'zbekiston sharoitiga moslashtirib (Rostselmash Don-680M, Claas Mega 360; viloyat agroklimat ma'lumotlari) joriy etish.

Don yo'qotishi va O'zDSt 1413:2020 normativini laboratoriya ishiga majburiy taqqoslash elementi sifatida kiritish.

Metakognitsiyani rivojlantirish uchun 6-Bloom darajasiga yo'naltirilgan refleksiya varaqlari (portfel bo'limiga kiritish) va haftalik kasbiy xulosa yozish majburiyatini joriy etish.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

- [1] G'alla sektori rivojlanishi to'g'risida yillik hisobot 2023 / O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi. – Toshkent : QXV, 2024. – 96 b.
- [2] Mirzayev J. S. Agrotexnika muhandislarida g'alla yig'ishtirish texnologiyasini bilish darajasi / J. S. Mirzayev, R. I. Tursunov // Agrar va biologik fanlar jurnali. – 2022. – № 2. – B. 33–41.
- [3] Van den Berg P. Integration Models in Agricultural Engineering Mathematics / P. Van den Berg. – Wageningen : Wageningen Academic Publishers, 2022. – 89 p.
- [4] Mayer R. E. Multimedia Learning / R. E. Mayer. – Cambridge : Cambridge University Press, 2001. – 210 p.
- [5] Ericsson K. A. The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance / K. A. Ericsson, R. T. Krampe, C. Tesch-Römer // Psychological Review. – 1993. – Vol. 100, № 3. – P. 363–406.
- [6] Blum W. How Do Students and Teachers Deal with Mathematical Modelling Problems? / W. Blum, D. Leib // Mathematical Modelling (ICTMA-12). – Chichester : Horwood Publishing, 2007. – P. 222–231.
- [7] Евсеев А. С. Комбайностроение: теория и расчёт / А. С. Евсеев, И. Б. Кордуба. – Москва : Машиностроение, 2020. – 312 с.
- [8] Campbell D. T. Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research / D. T. Campbell, J. C. Stanley. – Chicago : Rand McNally, 1963. – 84 p.
- [9] Braun V. Using Thematic Analysis in Psychology / V. Braun, V. Clarke // Qualitative Research in Psychology. – 2006. – Vol. 3, № 2. – P. 77–101.
- [10] Hake R. R. Interactive-Engagement versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey / R. R. Hake // American Journal of Physics. – 1998. – Vol. 66, № 1. – P. 64–74.
- [11] Flavell J. H. Metacognition and Cognitive Monitoring / J. H. Flavell // American Psychologist. – 1979. – Vol. 34, № 10. – P. 906–911.
- [12] Koedinger K. R. Intelligent Tutoring Goes to School in the Big City / K. R. Koedinger, J. R. Anderson // International Journal of Artificial Intelligence in Education. – 1997. – Vol. 8, № 1. – P. 30–43.
- [13] Chuyanov X. U. Python dasturlash muhitida agrotexnik masalalarni modellashtirish / X. U. Chuyanov // Ta'lim texnologiyalari. – 2024. – № 4. – B. 22–29.
- [14] O'zDSt 1413:2020. Qishloq xo'jaligi mashinalari texnologik sozlamalari normalari. – Toshkent : O'zstandart, 2020. – 58 b.
- [15] Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences / J. Cohen. – 2nd ed. – Hillsdale : Lawrence Erlbaum



Associates, 1988. – 567 p.

[16] Landis J. R. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data / J. R. Landis, G. G. Koch // Biometrics. – 1977. – Vol. 33. – P. 159–174.

