



UDK:37.02

Gullola XUJANIYOZOVA,
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti katta o'qituvchisi
E-mail: g.khujaniyozova@gmail.com

NavDKTU dotsenti U.Bazarova taqrizi asosida

RAQAMLASHTIRISH SHAROITIDA IQTISODIY JARAYONLARNI MATEMATIK MODELASHTIRISH

Аннотация

Ushbu maqolada raqamlashtirish sharoitida iqtisodiy jarayonlarni matematik modelashtirishning dolzarbligi va ahamiyati, shu jumladan raqamli texnologiyalarning iqtisodiy modellarni yaratish va tahlil qilish imkoniyatlarini kengaytirishdagi roli, shuningdek, turli iqtisodiy jarayonlarni (masalan, ishlab chiqarish, iste'mol, investitsiya, inflatsiya, bandlik) matematik modelashtirish usullari tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: matematik modelashtirish, iqtisodiy jarayonlarning matematik modeli, raqamli resurslar.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Аннотация

В данной статье анализируются актуальность и значение математического моделирования экономических процессов в условиях цифровизации, в том числе роль цифровых технологий в расширении возможностей построения и анализа экономических моделей, а также методы математического моделирования различных экономических процессов (например, производства, потребления, инвестиций, инфляции, занятости).

Ключевые слова: математическое моделирование, математическая модель экономических процессов, цифровые ресурсы.

MATHEMATICAL MODELING OF ECONOMIC PROCESSES IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION

Annotation

This article analyzes the relevance and importance of mathematical modeling of economic processes in the context of digitization, including the role of digital technologies in expanding the possibilities of creating and analyzing economic models, as well as methods of mathematical modeling of various economic processes (for example, production, consumption, investment, inflation, employment).

Key words: mathematical modeling, mathematical model of economic processes, digital resources.

Kirish. Raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi, iqtisodiyotni raqamlashtirish sharoitida bo'lajak iqtisodchilarning kasbiy faoliyatga raqamli-matematik tayyorgarligi tizimi raqamlashtirishning global tendensiyasini hisobga olgan holda takomillashtirishni talab qiladi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 5 oktabrdagi PF-6079-son Farmoniga ko'ra ishlab chiqilgan "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasida ta'lim sohasida raqamli ko'nikmalarni oshirish maqsadida "maktabgacha, o'rta va oliy ta'lim tizimi uchun elektron ta'lim resurslarini yanada takomillashtirish, shuningdek, ichki va jahon ta'lim resurslaridan foydalanishni ta'minlash" tadbirini amalga oshirish belgilangan [1].

Kasbiy sohadagi masalalarni yechish uchun zarur bo'lgan raqamli kompetensiyalarga ega iqtisodchining kasbiy tayyorgarligi uning matematik ta'limi bilan uzviy bog'liq. Bo'lajak iqtisodchilarni kasbiy faoliyatga tayyorlashda talabalarning iqtisodiy jarayonlarni o'rganish va matematik modelashtirish ko'nikmalarini shakllantirish va rivojlantirish muhim. Kasbiy sohadagi masalalarining yechimi aniq matematik modellarni qurish va murakkab matematik hisoblarni bajarish bilan aniqlanadi.

Adabiyotlar tahlili. Bugungi kunda bo'lajak iqtisodchilarni tayyorlashda matematik ta'limda qator muammolar mavjud. Jumladan, iqtisodiy jarayonlarning matematik modellarni o'rganish uchun o'quv vaqti kamligi (o'quv vaqti matematik nazariyani o'rganishga va

mustahkamlashga sarflanadi), bu muammo matematik fanlar soatlarini qisqartirish bilan yana murakkablashadi.

Bizning fikrimizcha, raqamli ta'lim resurslari yuqoridagi muammolarni hal qilishda muhim rol o'ynaydi. Ye.V.Kleyenovanning talqinida matematik fanlarni o'qitish amaliyotiga raqamlashtirishni joriy etish deganda kompyuter vositalari, internet resurslari va dasturiy ta'minotdan foydalanishga asoslangan pedagogik texnologiyalarni qo'llash tushuniladi [3].

Tadqiqotchilar G.V.Makotrova [5] va K.S.Itinson., V.M.Chirkova [2] matematik konsepsiyalarni tushunishni yaxshilash uchun video darslar, interaktiv topshiriqlar va virtual laboratoriyalar kabi elektron o'quv materiallarini yaratish va ulardan foydalanish bo'yicha pedagogik strategiyalarni tahlil qiladilar.

Matematikani oqitishda raqamli resurslarni qo'llash bir qator imkoniyatlarni beradi:

1) murakkab matematik masalalarni yechish imkoniyati (nafaqat javoblarni, balki batafsil qadamma-qadam yechimni olish);

2) matematik tushunchalarni vizuallashtirish (interfaol vizuallashtirish orqali murakkab matematik tushunchalarni o'rganish va tushunish imkoniyati);

3) matematik modelashtirishni o'qitish (kelajakdagi kasbiy faoliyatida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan masalalarni matematik modelashtirish, modellarni tadqiq qilishda raqamli resurslardan foydalanish imkoniyati);

4) grafiklarni chizish (funksiya parametrlarining o'zgarishi va ushbu parametrlarning grafik o'zgarishlariga ta'sirini kuzatish imkoniyati).

Ko'pgina olimlarning ta'kidlashicha, zamonaviy sharoitda matematikani o'qitishning muhim qismi kompyuterli algebra tizimlaridan foydalanish hisoblanadi.

A.A.Kitmanov hamuallifligidagi maqolada o'qitish metodlarini samarali integratsiyalash uchun matematika va informatika fanlarining keng sohalarida vizuallashtirishni yaratish va topshiriqlar tayyorlash uchun qulay va tushunarli vositalarga ega SageMath kompyuterli algebra tizimining imkoniyatlari ko'rib chiqiladi [4]. Murakkab oraliq hisoblashlarni va funksiya grafigini chizishni bajarish uchun olimlar Photomath mobil ilovasida aks ettirilgan matematik kalkulyatordan foydalanishni taklif qilishdi [7]. Ushbu ilova foydalanuvchiga muammoning yechimini bosqichma-bosqich vizuallashtirishni ta'minlaydi, shuningdek yechim algoritmining har bir bosqichi bilan bog'liq batafsil tushuntirishlarni namoyish etadi. Shuning uchun talabalar Photomathdan materialni o'zlashtirish, joriy darslarga tayyorgarlik ko'rish va hokazolar uchun qo'shimcha vosita sifatida foydalanishlari mumkin.

T.P.Mxatshva ta'kidlaganidek, Desmos grafik kalkulyatori yordamida amaliy masalalarni yechish talabalar tomonidan matematik tahlilning asosiy tushunchalarini yaxshiroq tushinishga yordam beradi [6].

Matematik hisoblashlarni amalga oshirish uchun qulay vositalar to'plami sun'iy intellektga asoslangan Wolfram Alpha dasturi tomonidan taqdim etilgan. Matematikani o'qitish jarayonida Wolfram Alphan foydalanish fan bo'yicha amaliy va mustaqil ta'lim vazifalarini bajarish uchun raqamli vositalar, shuningdek ma'ruza darslarida o'quv materiallarini vizuallashtirish vositasi sifatida dolzarbdir.

Funksiya grafigini yasash uchun biz grafik yasashlarni ta'minlaydigan har qanday raqamli vositadan foydalanishimiz mumkin (kompyuter matematikasi tizimlari, grafik kalkulatorlar, mobil ilovalar va boshqalar).

Biz matematika o'qitishda bo'lajak iqtisodchilarni kasbiy faoliyatga tayyorlashning muhim komponenti iqtisodiy jarayonlarning matematik modellari tadqiq qilishda raqamli resurslardan foydalanish imkoniyatini ko'rib chiqamiz.

Tadqiqot metodologiyasi. Iqtisodiy jarayonlarni tahlil qilishda va tegishli qarorlarni qabul qilishda imitatsion tadqiqotlar ayniqsa muhim rol o'ynaydi, uning asosiy xususiyati eksperiment o'tkazishdir, lekin obyekt bilan emas, balki uning matematik modeli bilan va tajriba kompyuter yordamida amalga oshiriladi.

Natijalar va muhokama. O'qitishning kasbiy faoliyatga yo'naltirilganlik kontekstida matematikaning turli bo'limlarini o'rganishda maqsadga muvofiq iqtisodiy jarayonlarning matematik modellari misollar va modellarni tadqiq qilishda raqamli resurslardan foydalanish imkoniyatini ko'rib chiqamiz (1-jadval).

1-jadval

Fan bo'limlari va mavzulari	Iqtisodiy jarayonlarning matematik modellari	Raqamli vositalar	Talaba faoliyati
Chiziqli algebra	Ko'p tarmoqli iqtisodiyotda Leontev modeli	MS Excel, Mathcad, Maple, Mathematica, Wolfram Alpha	Yalpi mahsulot hajmi vektori va yakuniy mahsulot hajmlari vektori o'rtasidagi munosabatlarni o'rganishda (matritsalar ustida amallar bajarish, teskari matritsani topish, matritsaviy tenglamalarni yechish) raqamli resurslarni qo'llaydi.
	Xalqaro savdo modeli	MS Excel, Mathcad, Maple, Mathematica, Wolfram Alpha	Balanslangan savdo uchun mamlakatlarning milliy daromadlari nisbatini aniqlashda (matritsaning xos vektori va xos qiymatini topish, matritsaviy tenglamalar sistemasi yechish) raqamli resurslarni qo'llaydi.
Chiziqli tenglamalar sistemasi	Ikki sektorli ishlab chiqarish modeli	Wolfram Alpha, Mathcad, Desmos grafik kalkulyator	Berilgan xomashyo zahirasini ishlatib, mahsulot turlari bo'yicha ishlab chiqarish hajmini aniqlash (grafik usul, Gauss, Kramer, matritsalar usullari) raqamli resurslarni qo'llaydi.
Chiziqli dasturlash	Ishlab chiqarishda resurslardan optimal foydalanish masalasi	MS Excel, Mathcad, Maple, Mathematica, Wolfram Alpha, Python	Mavjud resurslardan foydalangan holda korxonaning umumiy daromadini maksimalashtirish;
	Qishloq xo'jalik mahsulotlarini yetishtirishda yer, suv va boshqa resurslardan optimal foydalanish masalasi		fermer xo'jaligi daromadini maksimalashtirish;
	Optimal reklamani tanlash masalasi		sotiladigan mahsulot miqdorini maksimalashtirish;
	Optimal ovqatlanish rejasini aniqlash (diyet) masalasi		sanoatda optimal aralashmalar tayyorlash, aholi uchun iste'mol savatining optimal tarkibini aniqlash;
	Optimal aralashma tayyorlash masalasi		sanoat korxonalari, mebel fabrikalari va tikuv fabrikalarida turli o'lchovdagi materiallardan undan kichik o'lchovlardagi turli xomaki mahsulotlar tayyorlashda chiqindilarni minimallashtirishda (chiziqli dasturlash masalasini yechish, berilgan masala va unga ikkilangan masala yechimi, iqtisodiy talqini) raqamli resurslarni foydalanadi.
	Chiqindilarni minimallashtiruvchi optimal bichish masalasi		Masalan, talaba Mathcad dasturida o'rnatilgan funksiyalar Maximize, Minimize va "Given-Find" mantiqiy blokidan foydalanib, ushbu blokning kirish parametrlarini o'zgartirib, turli xil chegaraviy shartlarda maksimal daromadni, minimal harajatni topadi.
Matematik analizga kirish	Transport masalasi	MS Excel, Mathcad, Maple, Mathematica, Wolfram Alpha	Bir jinsli yuk tashishning eng tejamli rejasini topish, mutaxassislarni ish o'rinlariga optimal taqsimlashda (transport masalasini yechish) raqamli resurslarni qo'llaydi.
	Mutaxassislarni ish o'rinlariga optimal taqsimlash masalasi		
	Bozorning to'rsimon modeli	MS Excel, Mathcad, Maple, Wolfram Alpha, Desmos grafik kalkulyator	Talab va taklif funksiyalarining grafigini yasash, bozorning muvozanat bahosini aniqlashda (bir koordinatalar sistemasida funksiyalarining grafigini yasash, kesishish nuqtasini topish, tenglamalar sistemasini yechish) raqamli resurslarni foydalanadi.
Bir o'zgaruvchili funksiya ekstremumi	Oddiy foizlar	MS Excel, Mathcad, Maple, Mathematica, Wolfram Alpha	Kreditning qarzdorga ma'lum miqdordagi pulni qarzga berganligi oqibatida oladigan daromadini hisoblash (arifmetik amallar bajarish, foizlarni hisoblash, arifmetik progressiya va geometrik progressiyaning n ta hadi yug'indisi) raqamli resurslarni foydalanadi.
	Murakkab foizlar		
Bir o'zgaruvchili funksiya ekstremumi	Foizlarning uzluksiz hisoblanishi modeli		
	Firma foydasini maksimalashtirish	MS Excel, Mathcad, Maple, Mathematica, Wolfram Alpha	Ishlab chiqarishning optimal darajasini va unda erishiladigan foydani aniqlashda (hosila yordamida funksiya maksimumini aniqlash) raqamli resurslarni foydalanadi.
Bir o'zgaruvchili funksiya ekstremumi	Korxonalarni soliqqa tortishni optimallashtirish	MS Excel, Mathcad, Maple, Mathematica, Wolfram Alpha	Sotilgan mahsulot birligiga qo'yilgan soliqning optimal darajasini va korxonaning undan erishiladigan foydasi aniqlashda (hosila yordamida funksiya maksimumini aniqlash) raqamli resurslarni foydalanadi.
Aniq integral	Ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi modeli	Mathcad, Maple, Mathematica, Wolfram Alpha	$[0; T]$ vaqt oralig'ida ishlab chiqarilgan mahsulot hajmini aniqlashda (aniq integralni hisoblash) raqamli resurslarni qo'llaydi.

	Pul oqimini diskontirlash modeli	Mathcad, Maple, Mathematica, Wolfram Alpha	Kapital mablag'larning iqtisodiy samaradorligini aniqlashda (aniq integralni hisoblash) raqamli resurslarni qo'llaydi.
	Moddiy harajatlarni prognozlashtirish modeli	Mathcad, Maple, Mathematica, Wolfram Alpha	Moddiy harajatlarni prognozlashtirish oid masalalarni yechishda turli murakkab figuralar, yuzalarni topish uchun (aniq integralni hisoblash) raqamli resurslarni qo'llaydi.
	Aholi guruhlarini o'rtasida daromadlarni taqsimlash modeli	Mathcad, Maple, Mathematica, Wolfram Alpha	Lorens egri chizig'i yordamida aholi daromadini taqsimlashda tengsizlik darajasini aniqlash uchun Djini ko'effitsiyentini hisoblashda (aniq integralni hisoblash, egri chiziqli trapetsiya yuzini topish) raqamli resurslarni qo'llaydi.
O'zgaruvchilari ajraladigan birinchi tartibli differensial tenglamalar	Tabiiy o'sish modellari	Mathcad, Maple, Mathlab, Mathematica, Wolfram Alpha	Ma'lum bir iqtisodiy ko'rsatkich (eng kam omillarni hisobga olgan)ning dinamikasini tavsiflashda (o'zgaruvchilari ajraladigan birinchi tartibli differensial tenglamani yechish) raqamli resurslarni qo'llaydi.
Birinchi tartibli chiziqli bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamalar	Iqtisodiy o'sishning klassik modeli va uning modifikatsiyalari (Xarrod-Domar modeli)	Mathcad, Maple, Mathlab, Mathematica, Wolfram Alpha	Yalpi milliy daromad dinamikasini tavsiflaydigan iqtisodiy o'sishning klassik modeli va Xarrod-Domar modeli (milliy daromad iste'molga mutanosib ravishda o'sadi)ni o'rganishda (birinchi tartibli chiziqli bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamani yechish) raqamli resurslarni qo'llaydi.
O'zgarmas ko'effitsiyentli birinchi tartibli chiziqli bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamalar	Keynsning dinamik modeli	Mathcad, Maple, Mathlab, Mathematica, Wolfram Alpha	Keynsning dinamik modeli iqtisodiy o'sishning klassik modelini biroz takomillashtirish sifatida qaraladi va uni o'rganishda (o'zgarmas ko'effitsiyentli birinchi tartibli chiziqli bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamalarni yechish) raqamli resurslarni qo'llaydi.
Differensial tenglamalar sistemasi	Kapital o'sishining neoklassik modeli	Mathcad, Maple, Mathlab, Mathematica, Wolfram Alpha	Mablag'larning chiqib ketishi va mehnat resurslarining yetishmasligini hisobga oladigan iqtisodiy o'sishning neoklassik modeli; umumiy iste'molga va ilmiy-texnik taraqqiyotning iqtisodiy o'sishga ta'siriga asoslangan R. Solou modelini o'rganishda (differensial tenglamalar sistemasini yechish) raqamli resurslarni qo'llaydi.
	Solou modeli		
O'zgarmas ko'effitsiyentli ikkinchi tartibli chiziqli differensial tenglamalar	Bozorning dinamik modeli: narxlar o'zgarishi tempini hisobga oladigan bozor modeli	Mathcad, Maple, Mathlab, Mathematica, Wolfram Alpha	Muvozanat narxini va narxlar dinamikasi funksiyasining umumiy shaklini, vaqt o'tishi bilan narx o'zgarishi tendentsiyasini aniqlashda (o'zgarmas ko'effitsiyentli ikkinchi tartibli chiziqli differensial tenglamani yechish) raqamli resurslarni qo'llaydi.
Diskret tasodifiy miqdorlar	Alohida olingan operatsiyaning riskini baholash	MS Excel Mathcad, Maple, Mathlab, Wolfram Alpha	Kutilayotgan o'rtacha daromadni, operatsiya riskini bahosini aniqlashda (diskret tasodifiy miqdorning matematik kutilishi, dispersiyasi, o'rtacha kvadratik chetlanishini topish) raqamli resurslarni qo'llaydi.
Uzluksiz tasodifiy miqdorlar	Uzluksiz daromad uchun riskni hisoblash	MS Excel Mathcad, Maple, Mathlab, Wolfram Alpha	Uzluksiz daromadli operatsiyaning kutiladigan o'rtacha daromadini va daromadning o'rtacha daromaddan chetlanishini hisoblash; operatsiyaning riskini hisoblashda (tasodifiy miqdorning matematik kutilishini dispersiyasini topish) raqamli resurslarni qo'llaydi.
To'la ehtimol. Bayes formulasi	Kredit riski	Mathcad, Maple, Mathlab, Wolfram Alpha	Olingan qarzni qaytmasligi bilan bog'liq bo'lgan risk kredit riski aniqlash uchun (hodisaning to'la ehtimol topish) raqamli resurslarni qo'llaydi.
Muavr Laplasning integral teoremasi	Depozit riski	Mathcad, Maple, Mathlab, Wolfram Alpha	Jismoniy shaxslar tomonidan banklarning depozit hisobiga qo'yilgan mablag'larni muddatidan oldin qaytib oladigan mijozlar soni k ning ($k_1 \leq k \leq k_2$) intervaldagi qiymatlarni qabul qilish ehtimolligi aniqlash uchun (Laplasning integral teoremasi) raqamli resurslarni qo'llaydi.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, matematik modellashtirish metodidan foydalanishni qo'llab-quvvatlovchi raqamli vositalar bo'lajak iqtisodchilarning kasbiy

tayyorgarligining raqamli komponentlarini rivojlantirishda alohida rol o'ynaydi hamda kelajakda yetuk mutaxassis sifatida shakllanishda muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR

1. "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 5 oktabrdagi PF-6079-son Farmoni.
2. Итинсон К.С., Чиркова В.М. Обзор платформ электронного обучения: инструменты, преимущества, недостатки // Балтийский гуманитарный журнал. – 2021. – Т. 10. – № 3 (36). – С. 194–197.
3. Клейменова Е.В. Технология вариативного обучения студентов вуза в условиях цифровизации образовательной среды / Е.В. Клейменова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Проблемы высшего образования. – 2019. – №2. – С. 32–34.
4. Кытманов А.А. Системы научных вычислений как инструмент синергии в математическом образовании инженера / А.А. Кытманов, В.А. Лазарева, С.А. Тихомиров // Ярославский педагогический вестник. – 2016. – № 6. – С. 157–163.
5. Макотрова, Г. В. Проектирование электронных учебных пособий для исследовательского обучения школьников / Г. В. Макотрова // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2021. – Т. 1. – № 1(74). – С. 58–74.
6. Mkhatshwa T.P. Best practices for teaching the concept of the derivative Lessons from experienced calculus instructors / T.P. Mkhatshwa// Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. – 2024. – No.20 (4), em. 2426. – DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/14380>
7. Тутынина О.И. Использование приложения PhotoMath и других онлайн-калькуляторов в преподавании высшей математики / О.И. Тутынина, А.А. Беспалько, Н.В. Сочнева, И.Д. Камскова // Современные наукоемкие технологии. – 2024. – №2. – С. 74–79. – DOI 10.17513/snt.39936