BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI
1930

ISSN 2181-6833

PEDAGOGIK MAHORAT

MS
2022

ISSN 2181-6833
9 772181 683301

ISSN 2181-6883

PEDAGOGIK MAHORAT

Ilmiy-nazariy va metodik jurnal

MAXSUS SON
(2022-yil, dekabr)

Jurnal 2001-yildan chiqa boshlagan

Buxoro – 2022

PEDAGOGIK MAHORAT

Ilmiy-nazariy va metodik jurnal
2022, MAXSUS SON

Jurnal O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi OAK Rayosatining 2016-yil 29-dekabrdagi qarori bilan **pedagogika** va **psixologiya** fanlari bo'yicha dissertatsiya ishlari natijalari yuzasidan ilmiy maqolalar chop etilishi lozim bo'lgan zaruriy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Jurnal 2001-yilda tashkil etilgan.
Jurnal 1 yilda 6 marta chiqadi.

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyat matbuot va axborot boshqarmasi tomonidan 2016-yil 22-fevral № 05-072-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan.

Muassis: Buxoro davlat universiteti

Tahririyat manzili: 200117, O'zbekiston Respublikasi,Buxoro shahri Muhammad Iqbol ko'chasi, 11-uy
Elektron manzil: nashriyot_buxdu@buxdu.uz

ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ МАСТЕРСТВО
Научно-теоретический и методический журнал
2022, СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК

Решением Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан от 29 декабря 2016 года журнал включён в перечень изданий, рекомендованных для публикации научных результатов статей по направлениям «**Педагогика»** и «**Психология»**.

Журнал основан в 2001 году
Журнал выходит 6 раз в год

Журнал зарегистрирован Бухарским управлением агентства по печати и массовой коммуникации Узбекистана.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации № 05-072 от 22 февраля 2016 г.

Учредитель: Бухарский государственный университет

Адрес редакции: 200117, Узбекистан, г. Бухара, ул. Мухаммад Икбол, 11.
E-mail: nashriyot_buxdu@buxdu.uz

PEDAGOGICAL SKILLS

The scientific-theoretical and methodical journal
2022, SPECIAL RELEASE

By the decision of the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated December 29, 2016, the journal was included in the list of publications recommended for publishing scientific results of articles in the areas of «**Pedagogy**» and «**Psychology**».

The journal was founded in 2001.

The journal is published 6 times a year

The journal is registered by the Bukhara Department of the Agency for Press and Mass Communication of Uzbekistan.

The certificate of registration of mass media № 05-072 of 22 February 2016

Founder: Bukhara State University

Publish house: 200117, Uzbekistan, Bukhara, Muhammad Ikbol Str., 11.
E-mail: nashriyot_buxdu@buxdu.uz

MUNDARIJA

Qaysikim bu xavf u davrda ham ma'lum emasdi. Faraz qilaylik $x = x_k$ interpolyatsiyalash nuqtalari tamoman erkin bo'lsin va biz bu nuqtalarda $y_1, y_2, y_3, ..., y_n$ qiymatlarni qabul qiladigan $U = P_{n-1}(x)$ ko`phadni topamiz. Bu masalani hal qiladigan formula Lagranjning interpolyatsion formulasi sifatida ma'lum. U

$$F_n(x) = (x - x_1)(x - x_2)...(x - x_n). \qquad (3)$$

fundamental ko'phadni qurishga va uni ketma-ket har bir n ta ikki hadliga bo'lishga asoslangandir.
Shunday qilib biz quyidagi xossalarga ega bo'lgan

$$Q_i(x) = \frac{F_n(x)}{F_n'(x_i)(x - x_i)} \quad \text{(i=1,2,…,n)}, \qquad (4)$$

Ko'phadni oldik. $Q_i(x)$ $x = x_i$ nuqtadan tashqari barcha $x = x_k$ nuqtalarda nolga teng, $x = x_i$ da esa birga teng. Agar f_{ik} –**Kroneker** simvolini kiritsak, ya'ni

$$Q_i(x_k) = f_{ik} = \begin{cases} 1, агар \ i = k \\ 0, агар \ i \neq k \end{cases}, \qquad (5)$$

Bu holda qurish mumkinki,

$$P_{n-1}(x) = y_1 Q_1(x) + y_2 Q_2(x) + ... + y_n Q_n(x), \qquad (6)$$

Ko'phad qo'yilgan shartni qanoatlantiradi: ya'ni $x = x_k$ nuqtalarda y $y = y_k$ $(k = 1, 2, ..., n)$ qiymatlarni qabul qiladi.

$P_{n-1}(x)$ - ko'phadning yagonaligi shu dalildan kelib chiqadiki , $P_{n-1}(x)$ ko`phad bilan ikkinchi gipotetik $\overline{P}_{n-1}(x)$ ko'phad o'rtasidagi ayirma birga $x = x_k$ nuqtalarda nolga aylanadi. Lekin $P_{n-1}(x) - \overline{P}_{n-1}(x)$ ayirma ham yana $n-1$ darajali ko'phad bo'lib, u esa aynan nolga aylanmasdan $n-1$ tadan tub ildizga ega bo'lmaydi: bu esa $P_{n-1}(x) = \overline{P}_{n-1}(x)$ ekanligini bildiradi.

Endi agar biz $P_{n-1}(x)$ ni $y = f(x)$ funksiyaga yetarlicha yaqinlashgan deb hisoblasak,

$$\overline{A} = \int_{-1}^{1} P_{n-1}(x)dx = \sum_{k=1}^{n} y_k \int_{-1}^{1} Q_k(x)dx, \qquad (7)$$

hisoblasak, amaliyotda noma'lum $f(x)$ egrilik ostidagi yuzaga ega bo'lamiz. Berilgan ayrim taqsimlangan $x = x_k$ nuqtalar uchun $Q_k(x)$ ko'phadlar bir qiymatli aniqlangan va shuning uchun ham

$$\int_{-1}^{1} Q_k(x)dx = \omega_k, \qquad (8)$$

aniq integrallar ba'zi bir sonli qiymatlarga ega bo'ladiki, qaysikim ular uchun jadvallar tuzish mumkin.

Bizni qiziqtiruvchi yuza uchun bu qiymatlar tamoman $y = f(x)$ funksiyaning tabiatiga bog'liq emas.

Oldingi $x = x_i$ nuqtalarni o'zgartirmasdan yangi $x = x_{n+1}$ qo'shimcha nuqtani qo'shamiz. Qo'shimcha $x - x_{n+1}$ ikki hadni kiritib, $Q_{n+1}(x)$ - qo'shimcha ko'phadni hosil qilamiz. (4) ta'rifdan

$Q_i(x)$ uchun kelib chiqadiki, $Q_{n+1}(x)$ ko‘phad $F_n(x)$ ko‘phadga proporsionaldir, qaysikim $(x-x_{n+1})$ yangi ko‘paytuvchi qisqarib ketadi. Xuddi shunday yangi y_{n+1} ordinata ko‘paytiriladigan vaznli ω_{n+1} vaznli ko‘paytuvchi

$$\int_{-1}^{1} F_n(x)dx, \qquad (9)$$

aniq integralga proporsionaldir. Shunga o‘xshash, agar yangi

$$x = x_{n+1}, x_{n+2}, ..., x_{n+m} \qquad (10)$$

nuqtalarni ularni ordinatalari bilan kiritsak, u holda ularga mos

$$\omega_{n+1},\ \omega_{n+2},\ \dots,\ \omega_{n+m} \text{ vaznlar}$$

$$\omega_{n+i} = \int_{-1}^{1} F_n(x)\, \xi^i_{m-1}(x)\, dx \qquad (11)$$

integral bilan aniqlanadi, bu yerda $\xi^i_{m-1}(x)$ ayrim $m-1$ darajali ko‘phadlardir. Ixtiyoriy $\xi_{m+1}(x)$ ko`phad, $x^0, x^1, x^2, ..., x^{m-1}$ darajali funksiyalarning chiziqli superpozitsiyasidan iborat ekanligidan, agar $F_n(x)$ quyidagi integrallarni qanoatlantirsa, bu hamma vaznlar avtomatik ravishda nolga aylanadi.

$$\int_{-1}^{1} F_n(x)dx = 0, ..., \int_{-1}^{1} F_n(x)\, x^{m-1}\, dx = 0, \qquad (12)$$

haqiqatdan ham bizning talablarimiz $m = n$ gacha borib,

$$\int_{-1}^{1} F_n(x)\, x^{\alpha}\, dx = 0 \qquad (\alpha = 0,1,2,\dots,n-1), \qquad (13)$$

integral shartining bajarilishidir.

Natijada bizning boshida berilgan n ta nuqtani ixtiyoriy ravishda qo‘shsak ham baribir hech bir yangi ordinata oldingi natijalarni o‘zgartirmaydi.

Oldingi natija shundan iboratki, xuddi biz $2n$ ta ordinata bilan ish ko‘rib, haqiqatdan esa biz n ta ordinatadan foydalanamiz, yangi qurilgan ordinatalar esa hisoblanayotgan yuzaga hech nima tushmaydi.

Bu jarayonda biz $\overline{A} = \sum_{k=1}^{2n} y_k\ \omega_k$ yig‘indiga n ta hadni tejaymiz. Bu fikrlashlar yuqoridagi mulohazalar uchun yetarlicha emasdir. To‘liqroq bo‘lishi uchun quyidagi mulohazani tavsiya etamiz.

Haqiqatdan ham yangi $x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_{2n}$ nuqtalarning berilishi nafaqat $Q_{n+m}(x)$ $(m = 1,2,...,n)$ yangi ko‘phadlarni qo‘shadi, hatto oldingi $Q_i(x)$ $(i = 1,2,...,n)$ ko‘phadlar ham o‘zgaradi: har bir yangi x_{n+m} nuqta $Q_i(x)$ ga qo‘shimcha $\dfrac{x - x_{n+m}}{x_i - x_{n+m}}$ ko‘paytuvchini kiritadi[2].

Shunday qilib, yangi m ta $x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_{n+m}$ nuqtalarning kiritilishi oldingi $Q_i(x)$ ko‘phadni

$$Q_i^*(x) = Q_i(x)\ \frac{x - x_{n+1}}{x_i - x_{n+1}} \cdot \frac{x - x_{n+2}}{x_i - x_{n+2}} \cdot \dots \cdot \frac{x - x_{n+m}}{x_i - x_{n+m}}, \qquad (14)$$

ko`phadga aylantiradi.

Yuqoridagi mulohazalarning haqiqat ekanligi shakli o'zgartirilgan $Q_i^*(x)$ ko'phadlarning quyidagi xossalarga ega ekanligidan kelib chiqadi:

$$1^0. \quad Q_i^*(x) = \delta_{ik} (k = 1, 2, ..., n).$$

$$2^0. \quad \int_{-1}^{1} Q_i^*(x)\, dx = \int_{-1}^{1} Q_i\ (x)\, dx = \omega_i$$

endi bu xossalarni isbotini ko'ramiz.
Birinchi xossa bevosita (α) munosabatdan kelib chiqadi. Ikkinchisi uchun esa

$$\frac{x - x_{n+k}}{x_i - x_{n+k}} = 1 + \frac{x - x_i}{x_i - x_{n+k}}$$

dan foydalanamiz.

Bundan shuni xulosa qilamizki, (α) tenglikning o'ng tomonidagi qo'shimcha ko'paytuvchilarni ko'paytirishni $1 - \xi_{m-1}^i(x)$ ko'rinishda tasvirlash mumkin ekan, bu yerda $\xi_{m-1}^i(x) -\ \ m-1$ darajali ko'phad. (13) shartning kuchiga asosan 2^0 - tenglik bajariladi. Isbotlangan 1^0 va 2^0 lar ko`rsatadiki yangi ordinatalar oldingi olingan natijalarni o'zgartirmaydi.

Muhimrog'i shundan iboratki, bizlar qo'shimcha $y_{n+1}, y_{n+2}, \dots, y_{2n}$ ordinatalarni bilishimiz shart emas.

$$\overline{A} = \sum_{k=1}^{n} y_k\ \omega_k\ ,$$

yig'indi n ordinata yordami bilan shunday aniqlikdagi yuzani beradiki, agar biz $2n$ - ordinata olsak ham o'zgarmaydi.

(13) - tipdagi integral shart ortogonallash sharti deyiladi. Biz ko'rsatamizki, $F_n(x)$ ko'phad $1, x^1,\ \ x^2, ..., x^{n-1}$ darajali funksiyalarga ortogonaldir. Bunday shartlarni oldin ortogonal funksiyalar sistemasini ko'rib chiqqanda o'rganganmiz.

Biz Yakobi ko'phadlarini tekshirib chiqdikki, u (2.13) shart ma'nosida ko'phad darajasidan past bo'lgan barcha x ning darajalariga ortogonallik xossalariga egadir. Ammo ortogonallik sharti umumiy holda yana $\rho(x)$ vazn ko'paytuvchini ham integral ostiga oladi. Faqat maxsus hollarda "Lagranj ko'phadlari" da bu vazn ko'paytuvchi birga teng bo'ladi va shunday qilib, ortogonallik oddiy ortogonallikka aylanib qoladi. Shunday qilib, $F_n(x)$ funksiyani tanlash masalasi hal qilinadi:

Gauss metodi $F_n(x)$ ni n - Lagranj ko`phadlari bilan mos qo'yishni talab qiladi: bu ko'phad ildizlari bizga shunday nuqtalarni beradiki, qaysikim $f(x)$ funksiya qiymatlari berilgan bo'ladi. ω_i koeffisentlarning sonli qiymatlari bilan birga shu ildizlarning juda aniq jadvallari borki, u (2.8) formula bilan hisoblanadi.

Bizga ma'lumki, $[a,b]$ da n nuqtali interpolyatsion formulaning

$$\int_a^b \rho(x) f(x) dx \approx \sum_{k=1}^{n} A_k f(x_k)\ , \tag{15}$$

tugun nuqtalari $[a,b]$ oraliqda qanday joylashganliklaridan qat'iy nazar, $(n-1)$- darajali ko'phadlar aniq integrallanishi qaraladi. Chekli $[a,b]$ oraliq va $\rho(x) \equiv 1$ uchun Gauss quyidagi masalani qaragan edi. $x_1, x_2, \dots, x_n$ tugunlar shunday tanlanganki, (15) formula mumkin qadar darajasi eng yuqori bo'lgan ko'phadlarni aniq integrallasin. (15) formula n ta parametr - tugunlarni maxsus ravishda tanlash yo'li bilan uning aniqlik darajasini n birlikka ortirishni kutish mumkin. Haqiqatdan ham $x_1, x_2, \ldots, x_n$ tugunlarni maxsus ravishda tanlash orqali (15) formulaning darajasini $2n-1$ dan ortmaydigan barcha $f(x)$ ko'phadlar uchun aniq bo'lishga erishishni Gauss ko'rsatdi. Qanchalik Gaussning natijasi ixtiyoriy oraliq va vazn funksiyalar uchun umumlashtirildi. Bunday formulalar Gauss tipidagi kvadratur formulalar deyiladi [3].

Qulaylik uchun x_n tugunlar o'rnida $\omega_n(x) = (x-x_1)(x-x_2)\ldots(x-x_n)$ ko'phad bilan ish ko'ramiz. Agar x_k lar ma'lum bo'lsa, u holda $\omega_n(x)$ ham ma'lum bo'ladi va aksincha. Lekin x_n larni topishni $\omega_n(x)$ ni topish bilan almashtirsak , u holda biz $\omega_n(x)$ ni ildizlari haqiqiy, har xil va ularning $[a,b]$ oraliqda yotishini ko'rsatishimiz shart.

Teorema. (1) kvadratur formula darajasi $2n-1$ dan ortmaydigan barcha ko'phadlarni aniq integrallashi uchun quyidagi shartlarning bajarilishi zarur va yetarlidir: 1) u interpolyatsion va 2) $\omega_n(x)$ ko'phad $[a,b]$ oraliqda $\rho(x)$ vazn bilan darajasi n dan kichik bo'lgan barcha $Q(x)$ ko'phadlarga ortogonal bo'lishi kerak.

$$\int_a^b \rho(x)\omega_n(x)Q(x)dx = 0, \quad (16)$$

Isbot. Zarurligi. Faraz qilaylik, (15) formula darajasi $2n-1$ dan oshmaydigan barcha ko'phadlarni aniq integrallasin. U holda u interpolyatsiondir. Endi darajasi n dan kichik bo'lgan ixtiyoriy $Q(x)$ ko'phadni olib, $f(x) = \omega_n(x)Q(x)$ deb olamiz. Shuning uchun ko'rinib turibdiki, $f(x)$ darajasi $2n-1$ dan ortmaydigan ko'phad. Shuning uchun ham uni (1) formula aniq integrallaydi:

$$\int_a^b \rho(x)\omega_n(x)Q(x)dx = \sum_{k=1}^{n} A_k \omega_k(x_k)Q(x_k).$$

Bu yerda, $\omega_n(x_k) = 0 \quad (k = \overline{1,n})$ ni hisobga olsak (16) tenglik kelib chiqadi, chunki $r(x)$ darajasi n dan kichik ko'phad va (15) formula interpolyatsiondir[4].

Yetarliligi. Faraz qilaylik (1) formula interpolyatsion va $\omega_n(x)$ ko'phad darajasi n dan kichik bo'lgan barcha ko'phadlarga $\rho(x)$ vazn bilan ortogonal bo'lsin. Endi (15) formula darajasi 2n-1 dan ortmaydigan barcha $f(x)$ ko'phadlarni aniq integrallashini ko'rsatamiz. Haqiqatdan ham $f(x)$ ni $\omega_n(x)$ ga bo'lib,

$$f(x) = \omega_n(x)Q(x) + r(x) \qquad (17)$$

ni hosil qilamiz, bu yerda $Q(x)\ va\ r(x)$ larni darajalari n dan kichik. Bu tengliklarning har ikkala tomonini $\rho(x)$ ga ko'paytirib, a dan b gacha integrallaymiz:

$$\int_a^b \rho(x)f(x)dx = \int_a^b \rho(x)\omega_n(x)Q(x)dx + \int_a^b r(x)\rho(x) \langle x$$

Teorema shartiga ko'ra o'ng tomondagi birinchi integral nolga teng, ikkinchi integral esa $\int_a^b r(x)\rho(x)dx = \sum_{k=1}^{n} A_k r(x_k)$. Chunki $r(x)$ daarajasi n dan kichik ko'phad va (15) formula interpolyatsiondir.

Demak,

$$\int_a^b \rho(x)f(x)dx = \sum_{k=1}^{n} A_k r(x_k),$$

lekin (17) ga ko'ra $r(x) = f(x)$. Shuning uchun

$$\int_a^b \rho(x) f(x) dx = \sum_{k=1}^{n} A_k f(x_k).$$

Shu bilan birga teoremaning yetarli sharti isbot bo'ldi.

$\omega_n(x)$ ko'phad $\rho(x)$ vazn bilan $[a,b]$ oraliqda darajasi n dan kichik bo'lgan barcha ko'phadlar bilan ortogonal va bosh koeffisenti birga teng bo'lishi uchun ish natijalariga ko'ra, bunday $\omega_n(x)$ ko'phad yagona hamda uning ildizlari haqiqiy, har xil va $[a,b]$ oraliqda yotadi. Demak, agar $\rho(x)$ vazn $[a,b]$ oraliqda o'z ishorasini saqlasa, u holda har bir $n=1,2,\ldots..$ uchun $2n-1$ darajali ko'phadlarni aniq integrallaydigan yagona kvadratur formula mavjud.

Teorema-2 Agar $\rho(x)$ vazn [a,b] oraliqda o'z ishorasini saqlasa, u holda x_k va A_k lar qanday tanlanganda ham (15) tenglik 2n darajali barcha ko'phadlar uchun aniq bo'la olmaydi.

Isbot. Kvadratur formulaning tugunlarini $x_1, x_2, \ldots\ldots, x_n$ lar orqali belgilab, quyidagi

$$f(x) = \omega_n^2(x) = [(x-x_1)(x-x_2)\ldots.(x-x_n)]^2$$

2n- darajali ko'phadni qaraymiz.

Ko'rinib turibdiki, (1) formula bu ko'phad uchun aniq emas, chunki

$$\int_a^b \rho(x)\omega_n^2(x)dx > 0$$

va ixtiyoriy A_k koeffisentlar uchun $\sum_{k=1}^{n} A_k \omega_n^2(x_k) = 0.$

Gauss tipidagi kvadratur formula koeffisentlarining xossasi. Gauss tipidagi kvadratur formulaning barcha koeffisentlari A_k musbatdir. Haqiqatdan ham, 2n-2 darajali $f(x) = \varphi_{k,n}^2(x) = \frac{\omega_n(x)}{x-x_k}^2$ Ko'phad uchun quyidagi tengliklar bajarilishi ayondir. Bu ko'phad uchun Gauss tipidagi formula aniqdir:

$$\int_a^b \rho(x)\, \varphi_{k,n}^2(x)dx = A_k[\omega_n'(x_k)]^2.$$

Bundan: $$A_k = \frac{\int_a^b \rho(x)\varphi_{k,n}^2(x)dx}{[\omega_n'(x_k)]^2} \qquad (18)$$

O'z navbatida bundan barcha A_k larning musbatligi kelib chiqadi [5].

Adabiyotlar:

1. Бабушка И. Оптимальные квадратурные формулы // ДАН СССР. -Москва, 1963. Т.149, № 2.- С. 227-229.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы.-М.:Наука, 1973.-631 с.
3. Шадиметов Х.М. Решетчатые квадратурные и кубатурные формулы в пространствах С.Л.Соболева: Дис… докт.физ.-мат.наук. –Ташкент, 2002. – 218 с.
4. McLaren D.A. Optimal numerical integration a Sphere.-math.Comp.1963,t.83, -Pp.361-383.
5. Freeden W. An application of summation formula to numerical computation of integrals over the Sphere. - computing,1980, t.23,N2., -Pp.131-146.

BO'RONOVA Gulnora Yodgorovna

Buxoro davlat universiteti
"Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalar"
kafedrasi o'qituvchisi

ROBOTOTEXNIKA TO`GARAKLARIDA LEGO EDUCATION TO`PLAMLARI VOSITASIDA O`QUVCHILARDA KREATIVLIK, TADQIQOTCHILIK KOMPETENSIYALARINI SHAKLLANTIRISH

Ushbu maqolada robototexnikani o`qitishni tashkil etishda umumiy o`rta ta`lim maktablari oldida turgan muammolarni Lego Education to`plamlari orqali bartaraf etish bo`yicha samarali usullar batafsil bayon etilib, robototexnika ta`limi vositasida o`quvchilarda tadqiqotchilik kompitensiyalarini rivojlantirish masalalari tahlil qilingan. Shuningdek, maqolada ta`lim robototexnikasini joriy etishda zarur bo`lgan vositalarning virtual ko`rinishlari muhokama qilingan.

Kalit so`zlar: *robototexnika, Lego Wedo 2.0, Lego Mindstroms NXT Education, Lego Digital Designer.*

FORMING STUDENTS' CREATIVITY AND RESEARCH COMPETENCES IN ROBOTICS CIRCLES WITH THE HELP OF LEGO EDUCATION SETS.

This article describes in detail the effective methods of solving the problems faced by general secondary schools in the organization of robotics education through Lego Education sets, and the issues of developing research competencies in students through robotics education. analyzed. The article also discusses the virtual views of tools necessary for the introduction of educational robotics.

Keywords: *robotics, Lego Wedo 2.0, Lego Mindstroms NXT Education, Lego Digital Designer*

ФОРМИРОВАНИЕ ТВОРЧЕСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ УЧАЩИХСЯ В КРУЖКАХ РОБОТОТЕХНИКИ С ПОМОЩЬЮ НАБОРОВ LEGO EDUCATION.

В данной статье подробно рассмотрены эффективные методы решения проблем, стоящих перед общеобразовательными школами при организации робототехнического образования с помощью наборов Lego Education, и проанализированы вопросы формирования исследовательских компетенций учащихся посредством робототехнического образования. Также в статье рассматриваются виртуальные представления инструментов, необходимых для внедрения образовательной робототехники.

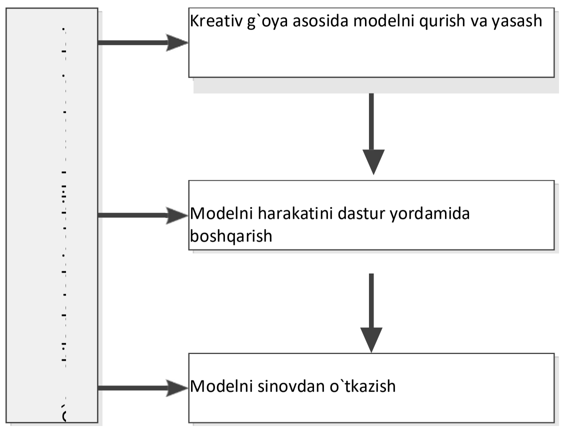
Ключевые слова: *робототехника, Lego Wedo 2.0, Lego Mindstroms NXT Education, Lego Digital Designer*

Kirish. O`zbekiston Respublikasidagi shiddatli iqtisodiy o`zgarishlar ta`lim tizimini rivojlantirish uchun jahon miqyosida keng yo`l ochib bermoqda, zamonaviy informatsion texnologiyalarning tezkor rivojlanishi, global telekommunikatsion texnologiyalarning takomillashib borishi elektron ta`lim muhitida o`quvchilarning ta`limga bo`lgan yondashuvini kreativligini va tadqiqotchilikka aloqadorligini talab etmoqda. Bugungi kunda umumiy o`rta ta`lim muassasasi pedagoglarini muhim kasbiy vazifalaridan biri zamonaviy dunyoning innovatsiyalariga moslashish, doimiy yangilanuvchi jamiyat hayotiga yosh avlodni tayyorlash va uni zamon talablariga muvofiq takomillashtirish jarayonlarida faol ishtirok etish qobiliyatini rivojlantirish hisoblanadi.

Sanoatning, xususan, mamlakatning iqtisodiy rivojlanishi inson resurslarining kreativ qobiliyatlardan foydalanishiga bog`liq. Shu bilan birga, kreativ tadqiqotchi odamlarni shakllantirish ta`lim tizimining eng muhim vazifalaridan biridir. Kreativlik, tadqiqotchilik har qanday faoliyatda shaxsning yangi, original g`oyalarni yaratish qobiliyatini anglatadi. Shu bilan birga, kreativlikni rivojlantirish jarayoni turli faoliyat sohalariga xosdir.

Robototexnika - bu inson faoliyatining turli sohalarida amalga oshirish uchun aqlli avtomatlashtirilgan texnik tizimlarni ishlab chiqish va ishlatish bilan shug`ullanadigan amaliy fan. Maktabda robototexnika - bu bolalarni zamonaviy yuqori texnologiyali turmush tarziga tayyorlashning ajoyib usuli [1,2].

Asosiy qism. Zamonaviy robot tizimlari mikroprotsessorli boshqaruv tizimlarini, harakat tizimlarini o`z ichiga oladi, ilg`or sensorli dasturiy ta`minot va o`zgaruvchan atrof-muhit sharoitlariga moslashish vositalari bilan jihozlangan. O`z navbatida, bu fan o`quvchilarda alohida turdagi mantiqni, fikrlashni rivojlantirish imkoniyatini oshiradi.



1-sxema. O`quvchilarda tadqiqotchilik kompitensiyalarini shaklantirish bosqichlari

Amalda, muhandislik fikrlash degan narsa mavjud - bu yangi yuqori samarali, ishonchli, xavfsiz va estetik uskunalarni ishlab chiqish, yaratish va ishlatish, ilg`or texnologiyalarni ishlab chiqish va joriy etish, takomillashtirishga qaratilgan maxsus, professional fikrlashdir. Muhandislik faoliyati mahsulot sifati va ishlab chiqarishni tashkil etish bilan bog`liq. Muhandislik tafakkurida asosiy narsa - bu aniq texnik, texnologik, ishlab chiqarish va tashkiliy-boshqaruv muammolari va vazifalarini texnik vositalar yordamida hal qilish, eng tejamkor, samarali va sifatli natijalarga erishish uchun innovatsiyalarni rag`batlantirish va joriy etishdir.

Hozirgi vaqtda ta`lim robototexnikasi tobora muhim va dolzarb yo`nalishlardan biri bo`lib bormoqda. O`quvchilar robotlarni yasash jarayoni- muhandislik tafakkurining shakllanishi va rivojlanishi jarayoni. Ta`lim robototexnikasini joriy etish orqali o`quvchilar robotlar yaratish, robot qurilmalarini loyihalash va dasturlash bo`yicha bilimlari shakllantiriladi va natijada har yili jahonda o`tkazib kelinayotgan robototexnika musobaqalari, tanlovlari, olimpiadalari, konferentsiyalarida qatnashish hamda tajriba orttirishlari mumkin. Robototexnika muhandislik va texnik ta`limning bir qismi bo`lib bu fan o`quvchilarda tadqiqotchilik va kreativlik kabi muhim sifatlarni rivojlantirishga asos bo`ladi. Bugun umumiy o`rta ta`lim maktablaridan boshlab robototexnika ta`limi ommalashtirishga faol kirishishimiz zarur.

Robototexnika o`quvchilarni kompyuter fanlari, matematika, texnologiya va fizikaga asoslangan ilg`or bilimlarni amalda qo`llash va sinovdan o`tkazish kabi muhim tajribani shakllantira oladi. Bunda asosiy maqsad – o`sib kelayotgan yosh avlodni kichik maktab yoshidan boshlab robot konstruktorlari yordamida muhandislik tafakkurini, kreativlik, tadqiqotchilik faoliyatini shakllantirish va rivojlantirish tizimini yaratishdan iboratdir[3].

Har bir davlatning jahon iqtisodiyotidagi o`rni va ahamiyati uning qanchalik yuqori texnologiyalarga ega ekanligi, muhandislik texnik ta`lim muammolariga qanchalik e`tibor qaratilayotganiga bevosita bog`liq. Aynan muhandislik texnik ta`limning fan va ishlab chiqarish bilan integratsiyalashuvi ta`lim asoslaridan, to`g`rirog`i bog`cha va maktabdan boshlab dinamik tizim yaratishi kerak.

Jamiyat taraqqiyotining hozirgi bosqichi texnika va texnologiyalarning jadal rivojlanishi bilan belgilanadi. Raqobatbardosh mahsulotlar yaratish va yuqori malakali kadrlar tayyorlash uchun doimo yangi g`oyalar zarur. Zamonaviy ta`lim faoliyati o`quvchilarning ijodiy salohiyatini ro`yobga chiqarishning zaruriy sharti bo`lib xizmat qiladi.

O`quv robototexnikasining boshlang`ich davrida Lego Education to`plamlari yordamida qurish va yasashni o`rgatishga hamda elementar dasturlashning asosiy tamoyillarini o`rganishga asoslangan. Boshlang`ich robototexnika mashg`ulotlarida individual, juftlikda yoki jamoada ishlash orqali o`quvchilar o`zlarining modellarini yaratishi va dasturlashi, tadqiqot o`tkazishi, hisobotlar yozishi va ushbu modellar bilan ishlashda yuzaga keladigan g`oyalarni muhokama qilishni o`rganishlari mumkin.

Lego Education to`plamlarining boshlang`ich robototexnikani o`rgatishga mo`ljallangan to`plami bu Lego WeDo2.0 bo`lib u orqali 7-11 yoshdagi o`quvchilar tayyor konstruktorlardan foydalanib yangi loyihalar yaratishi mumkin.

Lego WeDo 2.0 o`quvchilarga kurslararo loyihalar uchun ko`rsatmalar, vositalar va topshiriqlar berish orqali yosh tadqiqotchilar, muhandislar, matematiklar va hatto yozuvchi sifatida ishlash imkonini beradi.

O`quvchilar tayyor modellarni yig`adilar va dasturlaydilar, so`ngra ulardan fan, texnologiya, matematika va nutqni rivojlantirish kurslarida mohiyatan mashqlar bo`lgan topshiriqlarni bajarish uchun foydalanadilar[4].

Lego WeDo 2.0 konstruktori o`quvchilarga mashinalar va hayvonlarning modellarini yaratishga, mahsulotning harakatlarini dasturlash imkonini beradi.

Robototexnikani o`qitishda o`quvchilarning ixtiyoriy ishtiroki asosida har bir umumiy o`rta ta`lim maktabida to`graklarni tashkil etish mumkin. To`garak dasturini ishlab chiqish odatda ta`lim muassasasining moddiy texnik bazasidan kelib chiqib to`garak rahbari tomonidan tuziladi. Ko`pincha o`qituvchi ta`lim va raqobatbardosh robototexnikani ajratib turadi, ammo shuni ta`kidlash kerakki, robototexnika sohasida maktabda o`qitiladigan hamma bilimlar ta`lim robototexnikasiga asoslanadi. Biz ta`lim robototexnikasining 3 yo`nalishini ajratib ko`rsatamiz:

1.Muhandislik va texnologiya – bolalar ixtirosini, dizaynini, ijodkorligini, fikrlash qobiliyatini rivojlantiradi.

2.Tabiatshunoslikda robototexnika: BEAM (biologiya, elektronika, san`at, mexanika) robotexnikasi.

3.Sport robototexnikasi.

O`qituvchining asosiy ta`lim vositasi ma`lumoti va tayyorgarlik darajasini, shuningdek, ta`lim tashkilotining moddiy-texnik ta`minotini hisobga olgan holda tanlangan yo`nalishlar asosida tuzilgan to`garak dasturi robot dizaynerlari, dasturiy ta`minot, kompyuter texnikasi birgalikda robototexnika bo`yicha ta`lim dasturini ishlab chiqish ushun poydevor vazifasini bajaradi. To`garakni samarali tashkil etish uchun bugungi kunda juda ko`plab konstruktorlardan birini (maktab byudjeti doirasida) diqqat bilan va puxta tanlash kerak. Lego WeDo, Lego Mindstorms NXT, Lego Mindstorms EV3, Fischertechnic, Tetrix, Arduino to`plamlaridan birini to`garak ishtirokchilarini yosh toifasini hisobga olgan holda tanlash kerak. O`quvchilarning yoshiga qarab jihozlarni sotib olish juda muhim. Lego ko`pincha boshlang`ich maktabda qo`llaniladi, o`rta va yuqori sinf o`quvchilari uchun Arduinoni tanlash mantiqan to`g`ri bo`ladi. Maktablarning moliyaviy imkoniyatlari cheklangan holatda to`garak o`qituvchilari o`zlarida mavjud bo`lgan buyumlar bilan qanoatlanib, mavjud jihozlar bo`yicha dasturlar ishlab chiqib, mavjud binolar – informatika, fizika laboratoriyasi, o`quv xonalariga moslashgan holda o`quv jarayonini tashkil etishlari mumkin. Milliy ta`lim dasturi talablari asosida yangi yo`nalish robototexnikani joriy etish orqali o`quvchilarni texnik ijodkorligi rivojlantirish imkoniyatiga ega bo`lamiz. Dasturni tuzishda to`garak rahbari Lego konstruktorlarning tayyor ta`lim shablonlaridan foydalansa samarali bo`ladi. Konstruktorning bunday shablonlari mualliflar tomonidan konstruktor bilan birga ishlab chiqarilgan dasturiy ta`minotga kiritilgan texnologik xaritalar asosida mashg`ulotlarni tashkil etishni nazarda tutadi.

Ko`pgina bolalar uchun amaliy tajriba bo`lmasa, mashg`ulotlarning birinchi bosqichi zarur bo`lib, unda ular qismlarni ulashning har xil turlari bilan tanishadilar. Kelajakda esa to`garak ishtirokchilari Lego WeDo yo`riqnomalaridan chetga chiqib, o`zlarining kreativ g`oyalarini ishga solishlari mumkin, bu esa kelajakda ularga mutlaqo yangi modellarni yaratish imkonini beradi. O`z modelini yaratish bo`yicha bilimlardagi bo`shliqlarni o`quvchi mashg`ulotlar jarayonida o`sib borayotgan faolligi va qiziqishi bilan to`ldirib boradi, bu esa darslarni yangi samarali darajaga olib chiqadi.To`garak mashg`ulotlarini tashkil qilish uchun Lego Education kompaniyasi to`garak rahbarlari uchun "O`qituvchi uchun kitob" uslubiy tavsiyalar boyitilgan elektron kitobini taklif qiladi.

Bolalar o`quvchilar stollarida juft bo`lib ishlashdi. Har bir juftlik o`z raqamlangan konstruktoriga ega edi. Ish joyi dizaynerning tafsilotlarini hisoblash uchun maxsus quti konteyner bilan jihozlangan bo`ladi.O`qituvchining ish joyi esa LEGO ® WeDo ™ PervoRobot dasturi o`rnatilgan kompyuter, elektrlashtirilgan ko`rgazmali doska va proyektor bilan jihozlangan bo`ladi.

Birinchi dars dizayner va uning dasturiy ta`minoti bilan tanishishga bag`ishlandi. Bolalar konstruktorning detallarini sanash orqali Lego WeDo 2.0 detallarini o`rganishadi. O`qituvchi "O`qituvchi kitobi" bo`limidan ishlab chiqilgan muallifning LEGO® 9580 Brick List taqdimoti yordamida doskada Lego WeDo 2.0 detallarini namoyish etish orqali o`quvchilarga ularni tanishtiradi. Bu esa kelajakda konstruktor dasturiga kiritilgan terminologiyadan foydalanish orqali barcha detallar nomlarini talaffuz qilish, faoliyatni rejalashtirish va aks ettirish, o`z loyihalarini taqdim etish va himoya qilish uchun zarur bilimga aylanadi.

Lego WeDo konstruktori asosidagi keyingi mashg`ulotlarda to`plamining modellarini loyihalash va dasturlash uchun tayyorgarlik qismi sifatida birinchi qadamlarni qo`yish mumkin. Bu mashg`ulot jarayonida to`garak rahbari to`plam asosida yaratiladigan modellar va ularni kodlash jaryonlari bilan tanishtiradi. Dasturning ushbu bo`limining maqsadi o`quvchilarni qurilish mexanizmlari va dasturlash asoslari bilan tanishtirishdan iborat. Mashg`ulotlarning keyingi bosqichlarida o`quvchilar har bir darsda kichik loyiha ishlarini yasash, dasturlash va sinovdan o`tkazish kabi uzluksiz ta`lim jarayoni bilan davom ettirishadi.

1-rasm. Lego WeDo 2.0 konstruktori yordamida yaratiladigan modellar ko`rinishi

Lego WeDo 2.0 konstruktori asosida 12 ta loyihani yaratish model ko`rinishlari 1-rasmda ko`rsatilgan bo`lib, o`quvchi keyingi mashg`ulotlar davomida bu loyihalar ustida mustaqil ishlaydi. Odatda juftlik shaklida o`quvchilar ushbu loyihani birgalikda yasash va kodlashni amalga oshirishadi. Lego WeDo 2.0 konstruktori yordamida ishlash jarayonida bola quyidagi faoliyat natijalariga ega bo`ladi:

– mashinada harakatni uzatish va energiyani aylantirish jarayonining asosiy mexanizmlarini, shu jumladan tutqichlarni, tishli uzatmalarni va kamar uzatmalarini o`zlashtiradi;

– kamera, chuvalchang va toj tishli uzatmalar yordamida murakkabroq harakat turlari bilan tanishadi;

– harakat tezligining ortishi va kamayishiga, aylanish yo`nalishiga bog`liqligini kuzatadi;

– dastur kodini bloklar yordamida tuzishni o`rganadi, ya`ni dasturlarni yaratish va o`zgartirishni mashq qildi, tuzilgan dasturlar yordamida mexanizmlarni boshqarishni o`rgandi;

– harakat mexanizmlarini loyihalashtirdilar, o`z ishlarini dasturlashtirdilar, modellarni amalda sinab ko`rdilar, tajriba o`tkazdilar, tadqiq qildilar va xulosalar chiqardilar.

Shu maqsadda LEGO Education WeDo to`plami dasturiy ta’minotining “Birinchi qadamlar” bo‘limidan foydalanish mumkin.

Harakat mexanizmlarini ishlab chiqish va ularni dasturlash quyidagi ketma-ketlikda amalga oshirildi:

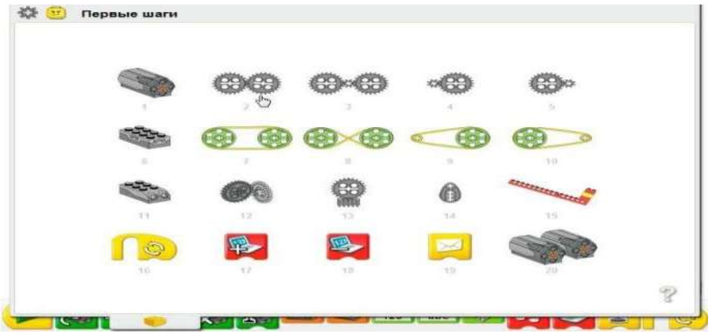
Har bir loyihani amalga oshirishda tadqiqot va eksperiment usulidan foydalanilgan. Modellar tuzilgandan so`ng, majburiy bosqich muhokama qilish, harakat mexanizmlarini nomma-nom sanash, yig`ish va dasturlash mexanizmini ishlab chiqish, tadqiqot va xulosalar bosqichlarini amalga oshirish juftliklardan talab qilinadi. Bolalar qabul qilingan atamalardan foydalanishni, o`z harakatlarini va modellar ishini tushuntirishni o`rganadilar. Darsda muammoli vaziyatni hosil qilishda to`garak rahbarlari uchun uslubiy qo`llanma sifatida tavsiya etilgan o`qituvchi uchun "O`qituvchi uchun tavsiyalar" kitobidan foydalanish tavsiya etiladi.

To`garak dasturining uchinchi, asosiy bo`limi harakatning o`rganilgan mexanizmlari asosida konstruktor modellarini qurish deb ataladi. To`plam 12 ta vazifani o`z ichiga oladi. Har bir topshiriqda talabalar texnologiya, qurish va dasturlash bilan shug`ullanadilar. Barcha topshiriqlar animatsiya va bosqichma-bosqich yig`ish bo`yicha ko`rsatmalar bilan ta`minlangan. Konstruktor bilan ishlashning ushbu bosqichida bolalarning ish joylarini modellarni yig`ish bo`yicha individual ishlash uchun netbook bilan ta`minlash kerak. Endi har bir juft bola o`z konstuktoriga mos dastur kodini tuzishi talab etiladi [5,6].

12 ta LEGO® Education modellarining har biri endi 4 bosqichdan iborat edi:

- juftlikda ishlash;
- dizayn yaratish;
- yo`riqnoma asosida ishlash;
- dastur tuzish;

Juftlikda ishlashda to`plam qahramonlari Masha va Maks ishtirokidagi qiziqarli taqdimotlar o`zaro munosabatlarni o`rnatishda muhim hisoblanadi. O`quvchilar to`plam qahramonlari orqali o`zlarini bilimlarini oshirish imkoniyatiga ega bo`ladilar. Maks va Masha ishtirokidagi animatsiyalardan darsni tushuntirish, o`quvchilarni qiziqtirish, dars mavzusini muhokama qilishda foydalanish orqali bolalarda hamkorlikda ishlash bo`yicha qiziqish paydo bo`ladi.



2-rasm. Robotning harakat mexanizmlarini ishlab chiqish ketma-ketligi

Dizayn yaratish o`quv materialini o`zlashtirish miya va qo`llar "birgalikda" ishlaganda yaxshiroq natija berishi olimlar tomonidan isbotlangan. LEGO®WeDo™ to`plami amaliy o`rganish tamoyili asosida ishlaydi, bunda avval bola maqsad qo`yadi, so`ngra bosqichma-bosqich ko`rsatmalar yordamida modelni yaratadi.

Yo`riqnoma asosida ishlash bosqichida o`quvchilar modelning hatti-harakatiga uning dizayni o`zgarishi qanday ta`sir qilishini o`rganadilar. Ularni qismlarini almashtiradilar, hisob-kitoblar, o`lchovlar qiladilar, hisobotlar tuzadilar va o`zlarining modellarini taqdim etadilar. Ushbu bosqichda joriy modelning harakat mexanizmi qurilmasini tanlash va o`rnatish ishlarini amalga oshiradilar. Bolalar robotning tuzilishini, qanday ishlashini, uni nima harakatga keltirishini tushunib o`rganib oladilar [7,8].

Keyingi bosqich robot bajaradigan vazifani dastur asosida kodlash bo`lib, har bir model uchun ishlab chiqish bosqichi yanada murakkab hatti-harakatlarga ega modellarni yaratish va dasturlash g`oyalarini o`z ichiga oladi. O`quvchilar o`zlarining dasturlarini yaratishga harakat qilishadi, loyihalarini bir-birlariga namoyish qilishadi. Xato kamchiliklari muhokama qilinadi.

Xulosa. Lego WeDo 2.0 to`plami o`qituvchilarga "Robototexnika" to`garaklari orqali bir qator ta`lim maqsadlariga erishish uchun vositalarni taqdim etadi:

- mavjud modellarni yaratishda ijodiy fikrlashni rivojlantirish.
- modelning ishlashini tushuntirishda lug`at va muloqot ko`nikmalarini rivojlantirish.
- sabab-oqibat munosabatlarini o`rnatish.
- natijalarni tahlil qilish va yangi yechimlarni izlash.
- g`oyalarni jamoaviy rivojlantirish, ularning ba`zilarini amalga oshirishda qat`iyatlilik.
- individual omillar ta`sirini eksperimental o`rganish, baholash.
- tizimli kuzatish va o`lchovlarni o`tkazish.
- ma`lumotlarni ko`rsatish va tahlil qilish uchun jadvallardan foydalanish.
- ikki o`lchovli chizmalar bo`yicha uch o`lchamli modellarni qurish.
- mantiqiy fikrlash va modelning berilgan hatti-harakatlarini dasturlash.
- vizual va dramatik effekt uchun model yordamida skriptni yozish va takrorlash.

Robototexnikaga oid bilimlarni o'zlashtirish asosida yangi faoliyatning instrumenti hosil bo'ladi. Robototexnika to'garaklarida o'quvchilar ijtimoiy voqelikni birgalikda idrok qila boshlaydilar. O'quvchining kognitiv hamda ijodiy faoliyatga kirishishi ta'minlanadi. AKT vositalaridan foydalanilgan ta'lim jarayoni ko'p jihatdan samarali bo'lib, shaxsning turli yo'nalishdagi layoqatlarini ochishga xizmat qiladi. Bu jarayonda o'quvchi mustaqil bilim olish layoqatini ham namoyon etadi. Eng yaxshi boshqaruv bu shaxsning o'z-o'zini boshqarishidir. Muhimi bilimlarni uzatish emas, balki bilimlarni to'ldirish usullarini o'zlashtirishdir.

Ko`rinib turibdiki, bu maqsadlar universal ta`lim faoliyatini rivojlantirish, bilim va dunyoni o`rganish asosida o`quvchilarning kreativlik, tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirishga qaratilgan Lego Education ta`lim dasturining asosiy talablari bilan chambarchas bog`liq.

Adabiyotlar:

1. Лебедев О.Е. Компетентностный подход в образовании// Школьные технологии. – 2004. – № 5. – С.3-1.
2. Иванов Д.А. Компетентности и компетентностный подход в современном образовании. М, 2007.
3. Хуторской А.В. Ключевые компетенции и образовательные стандарты // Доклад на

отделении философии образования и теории педагогики РАО 23 апреля 2008. Центр «Эйдос».

4. Юревич, Е. И. Основы робототехники — 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.

5. Буранова Г.Ё. Преимущества использования метода учебного проекта в процессе обучения // Проблемы науки 2020/9/30 стр 39-40

6. Буранова Гульнора Ёдгоровна, З.Ш. Норова, Н.Л. Раҳматова. Преимущества использования метода "резюме" (razyume, beep) на уроках информатики. // Ученый XXI века международный научный журнал. Scope Academic House LTD Координатор в России ООО «Коллоквиум». № 3-2 (62), март 2020 г.-С. 25-27(импакт-фактор 0,34).

7. Бўронова Г.Ё. Виртуал дастурлар воситасида умумий ўрта таълим мактабларида робототехника тўгараклари фаолиятини ривожлантиришнинг универсал ўқув методлари.// Амалий математика ва ахборот технологияларининг замонавий муаммолари.2021,609-611.

JALOLOV Farhod Isomidinovich
Buxoro davlat universiteti "Amaliy matematika va dasturlash texnologiyalari" kafedrasi o'qituvchisi

MUXSINOVA Mehriniso Shavkatovna
Buxoro davlat universiteti magistranti

KARIMOVA Sarvinoz Hojiqurbonovna
Buxoro davlat universiteti magistranti

ODDIY DIFFERENSIAL TENGLAMALARNI TAQRIBIY YECHISHDA KETMA-KET DIFFERENSIALLASH METODINING ALGORITMI

Hozirgi kunda juda ko'p masalarning matematik modelini qurganimizda, u differensial tenglamaga keladi. Albatta, matematikaga bilamizki, har doim ham differensial tenglamalarni analitik usulda yechib bo'lmaydi. Analitik usulda yechib bo'lmaydigan differensial tenglamalarni taqribiy metodlardan foydalanib yechishga to'g'ri keladi. Hozirgi vaqtda matematik masalalarni yechish uchun bir nechta matematik tizimlar yaratilgan. Ushbu dasturlardan ham foydalanib differensial tenglamalarni taqribiy yechish mumkin. Bu dasturlarda dasturlash imkoniyatlari ham mavjud bo'lib, unda qo'yilgan masalani algoritmini yozish mumkin. Differensial tenglamalarni taqribiy yechishning bir qancha usullari mavjud. Ushbu maqolada oddiy differensial tenglamalarni taqribiy yechishning ketma-ket differensiallash metodi hamda uning Maple dasturida algoritmi keltirilgan. Ushbu algoritmdan foydalanib ixtiyoriy oddiy differensial tenglamani taqribiy yechish mumkin.

Kalit so'zlar: *differensial tenglama, differensial tenglama tartibi, differensial tenglama yechimi, umumiy va xususiy yechimlar, Koshi masalasi, maxsus yechim, bir jinsli differensial tenglama, ketma-ket differensiallash.*

АЛГОРИТМ МЕТОДА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРИБЛИЖЕННОГО РЕШЕНИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

В настоящее время, когда мы строим математическую модель многих задач, все сводится к дифференциальному уравнению. Конечно, из математики мы знаем, что не всегда удается решить дифференциальные уравнения аналитически. Дифференциальные уравнения, которые не могут быть решены аналитически, следует решать приближенными методами. В настоящее время создано несколько математических систем для решения математических задач. При помощи этих программ можно приближенно решать дифференциальные уравнения. Эти программы также имеют возможности программирования, где можно написать алгоритм для данной задачи. Существует несколько способов аппроксимации решения дифференциальных уравнений. В данной статье представлен метод последовательного дифференцирования приближенного решения обыкновенных дифференциальных уравнений и его алгоритм в программе Maple. С помощью этого алгоритма можно приближенно решить произвольное обыкновенное дифференциальное уравнение.

Ключевые слова: *дифференциальное уравнение, порядок дифференциального уравнения, решение дифференциального уравнения, общее и частное решения, задача Коши, специальное решение, однородное дифференциальное уравнение, последовательное дифференцирование.*

ALGORITHM OF THE METHOD OF SEQUENTIAL DIFFERENTIATION FOR THE APPROXIMATE SOLUTION OF ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

Nowadays, when we build a mathematical model of many problems, everything comes down to a differential equation. Of course, we know from mathematics that it is not always possible to solve differential equations analytically. Differential equations that cannot be solved analytically should be solved by approximate methods. Currently, several mathematical systems have been created for solving mathematical problems. Using these programs, you can approximately solve differential equations. These programs also have programming capabilities where you can write an algorithm for a given task. There are several ways to approximate the solution of differential equations. This article presents a method of successive differentiation of an approximate solution of ordinary differential equations and its algorithm in the Maple program. Using this algorithm, one can approximately solve an arbitrary ordinary differential equation.

Keywords: *differential equation, order of a differential equation, solution of a differential equation, general and particular solutions, Cauchy problem, special solution, homogeneous differential equation, successive differentiation.*

Kirish. Matematika va uning tatbiqlarining muhim masalalari x ni emas, balki uning biror noma'lum $y(x)$ funksiyasini topish masalasi qo'yilgan va tarkibida x, $y(x)$ shu bilan birga uning $y'(x)$, $y''(x),...,y^{(n)}(x)$ hosilalarini o'z ichiga olgan murakkab tenglamalarni yechishga keltiriladi.

Masalan, $y'+2y-x^3=0$, $y''=ax$, $y'''+y=0$.

1-ta'rif. Erkli o'zgaruvchi x ni, noma'lum $y(x)$ funksiyani va uning n tartibli hosilasiga qadar hosilalarini bog'lovchi tenglamaga $n-$ tartibli oddiy differensial tenglama deyiladi.

Yuqorida yozilgan tenglamalar, mos ravishda, birinchi, ikkinchi va uchinchi tartibli differensial tenglamalardir. $n-$ tartibli differensial tenglamaning umumiy ko'rinish quyidagicha.

$$F(x,y,y',y'',...y^n)=0. \qquad (1)$$

2-ta'rif. (1) tenglamani ayniyatga aylantiruvchi va kamida n marta differensiallanuvchi har qanday $y=f(x)$ funksiyaga (1) differensial tenglamaning yechimi deyiladi.

Masalan, $y=e^{-x}$ funksiya $y'+y=0$ differensial tenglama yechimi bo'lib, u tenglamaning cheksiz ko'p yechimlaridan biridir. Har qanday $y=c\cdot e^{-x}$ funksiya ham, bu yerda, $c-$ ixtiyoriy o'zgarmas son, tenglamani qanoatlantiradi. Ushbu differensial tenglama yechilganda, uning yechimi $y=c\cdot e^{-x}$ ko'rinishdan o'zgacha bo'lishi mumkin emas. Shu ma'noda, $y=c\cdot e^{-x}$ funksiya uning umumiy yechimi deyiladi. Umumiy yechimda ixtiyoriy o'zgarmas c qatnashgani uchun, tenglama yechimlari to'plami yagona ixtiyoriy c o'zgarmasga bog'liq deyiladi.

O'zgarmas c ga turli son qiymatlar berilganda, uning konkret yoki xususiy yechimlari kelib chiqadi.

$y'''=0$ differensial tenglama yechimlarini bevosita qurish mumkin:

$y''=c_1, y'=c_1x+c_2$, $y=c_1x^2/2+c_2x+c_3$. Bu yerda, c_1, c_2 va c_3 ixtiyoriy o'zgarmaslar bo'lib, ularning har qanday qiymatlarida $y=c_1x^2/2+c_2x+c_3$ funksiya differensial tenglamani qanoatlantiradi va shu sababli $y=c_1x^2/2+c_2x+c_3$ umumiy yechim bo'lib hisoblanadi. $y'''=0$ differensial tenglama umumiy yechimi uch ixtiyoriy o'zgarmasga bog'liq va har birining konkret qiymatlarida xususiy yechim hosil bo'ladi.

Yuqoridagi misollardan differensial tenglama umumiy yechimida o'zgarmaslar soni tenglamaning tartibiga teng ekanligini va uning xususiy yechimlari umumiy yechim o'zgarmaslarining konkret qiymatlarida kelib chiqishini xulosa qilish mumkin.

Differensial tenglama yechimlarini qurish jarayoniga differensial tenglamani integrallash deb yuritiladi. Differensial tenglamani integrallab, masalaning qo'yilishiga qarab, umumiy yechimi yoki xususiy yechimi topiladi.

Birinchi tartibli differensial tenglama umumiy

$$F(x;y;y')=0 \qquad (2)$$

yoki y' hosilaga nisbatan yechilgan

$$y'=f(x;y) \qquad (3)$$

ko'rinishda yozilishi mumkin. Ushbu tenglama ham, odatda, cheksiz ko'p yechimga ega bo'lib, ulardan biror – bir xususiy yechimni ajratib olish qo'shimcha shartni talab etadi. Ko'p hollarda ushbu shart Koshi masalasi shaklida qo'yiladi.

Koshi masalasi

$$y'=f(x;y) \qquad (4)$$

differensial tenglamaning

$$y\big|_{x=x_0}=y_0 \qquad (5)$$

boshlang'ich shartni qanoatlantiruvchi yechimini topishdan iborat.

(4), (5) masala yechimining mavjudlik va yagonalik sharti quyidagi teoremadan aniqlanadi.

1-teorema. Agar $f(x;y)$ funksiya $(x_0;y_0)$ nuqtaning biror atrofida aniqlangan, uzluksiz va $\partial f/\partial y-$uzluksiz xususiy hosilaga ega bo'lsa, u holda $(x_0;y_0)$ nuqtaning shunday atrofi mavjudki, bu atrofda $y' = f(x;y)$ differensial tenglama uchun $y|_{x=x_0} = y_0$ boshlang'ich shartli Koshi masalasi yechimi mavjud va yagonadir.

Differensial tenglamaning umumiy va xususiy yechimlari tushunchalariga aniqlik kiritamiz.

Agar boshlang'ich $(x_0; y_0)$ nuqtaning berilishi (2) tenglama yechimining yagonaligini aniqlasa, u holda ushbu yagona yechim xususiy yechim deyiladi.

Differensial tenglamaning barcha xususiy yechimlari to'plamiga uning umumiy yechimi deyiladi.

Odatda, umumiy yechim oshkor $y = \phi(x,c)$ yoki oshkormas $\phi(x,y,c) = 0$ ko'rinishda yoziladi. c o'zgarmas $(x_0; y_0)$ boshlang'ich shart asosida $y_0 = \phi(x_0; c)$ tenglamadan topiladi.

3-ta'rif. Tenglamaning umumiy integrali (yoki yechimi) deb, c o'zgarmasning turli qiymatlarida barcha xususiy yechimlari aniqlanadigan $\phi(x,y,c) = 0$ munosabatga aytiladi.

Masalan, yechimning mavjudlik va yagonalik shartlari (1-teoremadagi) yuqorida ko'rilgan $y' = -y$ tenglama uchun xOy tekislikning har bir nuqtasida bajariladi. Tenglama umumiy yechimi $y = c \cdot e^{-x}$ formuladan iborat bo'lib, har qanday boshlang'ich $y|_{x=x_0} = y_0$ shart mos c o'zgarmas tanlanganda qanoatlantiriladi. c o'zgarmas $y_0 = c \cdot e^{-x_0}$ tenglamadan topiladi: $c = y_0 \cdot e^{x_0}$.

Differensial tenglamani shartlarsiz yechish uning umumiy yechimini (yoki umumiy integralini) topishni anglatadi. (2) differensial tenglama yechimi mavjudligi va yagonaligini ta'minlaydigan muhim shartlardan biri $\partial f / \partial y$ xususiy hosilaning uzluksizligidir. Ba'zi bir nuqtalarda ushbu shart bajarilmasligi va ular orqali birorta ham integral chiziq o'tmasligi yoki, aksincha, bir nechta integral chiziqlar o'tishi mumkin. Bunday nuqtalar differensial tenglamaning maxsus nuqtalari deyiladi.

Differensial tenglamaning integral chizig'i faqat uning maxsus nuqtalaridan iborat bo'lishi mumkin. Ushbu egri chiziqlar tenglamaning maxsus yechimlari deb yuritiladi.

$$y' = f(x) \tag{6}$$

ko'rinishga tenglamani oddiy integrallash yo'li bilan yechiladi. Natijada, $y = \int f(x)dx$. Agar $f(x)$ funksiyaning boshlang'ich funksiyalaridan biri $F(x)$ bo'lsa, u holda umumiy yechim $y = F(x) + c$ ko'rinishda yoziladi.

$$y' = p(x)q(y) \tag{7}$$

o'zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglama deb yuritiladi.

(7) tenglamani yechish uchun noma'lum y funksiyaning qaralayotgan o'zgarish sohasida $q(y) \neq 0$ shart bajariladi deb, (7) tenglamani

$$dy/q(y) = p(x)dx$$

shaklda yozamiz va ikkala qismini integrallab,

$$\int dy/q(y) = \int p(x)dx$$

tenglikni olamiz. Agar $Q(y)$ funksiya $1/q(y)$ funksiyaning, $P(x)$ esa $p(x)$ ning boshlang'ich funksiyalaridan biri bo'lsa, (7) tenglamaning umumiy integrali:

$$Q(y) = P(x) + c$$

ko'rinishdan iborat bo'ladi.

Masalaning qo'yilishi. Tatbiqiy masalalarda juda ko'p oddiy differensial tenglamalar uchraydi bunday tenglamalarni hamma vaqt analitik ko'rinishda yechib bo'lmaydi. Masalan: $\frac{du}{dx} = x + x^2 + u^2$ tenglamaning umumiy yechimini elementar funksiyalar orqali ifodalab bo'lmaydi. Bunday masalalarni taqribiy yechishga to'g'ri keladi.

Ketma-ket differensiallash usuli.

$$\begin{cases} y^{(n)} = f(x, y, y', \dots, y^{(n-1)}) \\ y(x_0) = y_0, y'(x_0) = y'_0, \dots, y^{(n-1)}(x_0) = y_0^{(n-1)} \end{cases} \tag{3}$$

(3) ko’rinishdagi Koshi maslasi berilgan bo’lsa y(x) yechim x_0 nuqta atrofida darajali qator ko’rinishda izlanadi.

$$y(x) = y_0 + \frac{y'_0}{1!}(x - x_0) + \frac{y''_0}{2!}(x - x_0)^2 + \dots + \frac{y_0^{(n)}}{n!}(x - x_0)^n + \dots \tag{4}$$

Masalan: $y'' = xyy'$, $y'(0) = 1$, $y(0) = 1$ boshlang’ich masala yechimi darajali qator ko’rinishda topilsin. y(0.5)=?

$y'(0)$, $y''(0)$, $y'''(0)$ larni topib (4) formulaga qo’yib funksiyani ko’rinishini topamiz.

1) $y'' = 0 \cdot y(0) \cdot y'(0) = 0$ 2) $y''' = yy' + xyy'' + x(y')^2 = 1$

yechim quyidgi k o’rinishda bo’ladi. $y = 1 + x + \frac{x^3}{3!}$

(4)-formulada qancha ko’p hadlar aniqlansa natija yechimga yaqinlashadi.

Ketma-ket differensiallash metodini Maple dasturi yordamida algoritmini quyidagicha tuzamiz.

```
Diffdarajali :=
proc (f::anything, x::name, y::name, y1::name, x0::numeric, y0::numeric, y01::numeric, n::integer)
local p, der, i, j, s; m0 || 1 := y01; m0 || 2 := subs(x = x0, y = y0, y1 = y01, f); der := subs(y1 = m1, f);
p := y0+m0 || 1*(x-x0)+(1/2)*m0 || 2*(x-x0)^2;
 for i from 3 to n do s := 0;
for j to i-2 do s := s+(diff(der, m || j))*m || (j+1) end do;
 der := diff(der, x)+(diff(der, y))*m || 1+s; m0 || i :=
eval(der, {seq(m || k = m0 || k, k = 1 .. i-1), x = x0, y = y0});
p := p+m0 || i*(x-x0)^i/factorial(i)
end do
end proc
```

Natijalar tahlili. Maple dasturida oddiy differensial tenglamalarni ketme-ket differensiallash usuli bilan taqribiy yehish uchun yaratilgan algoritmni aniq misollarda qo’llab natijalarni tahlil qilamiz.

$s := \mathit{Diffdarajali}(x + y(x), x, y, y1, 0, 1, 2, 10);$

$$1 + 2x + \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{2}x^3 + \frac{1}{24}x^4 + \frac{1}{40}x^5 + \frac{1}{720}x^6 + \frac{1}{1680}x^7 + \frac{1}{40320}x^8 + \frac{1}{120960}x^9 + \frac{1}{3628800}x^{10}$$

$restart : dsolve(\{diff(y(x), x\$2) = x + y(x), y(0) = 1, D(y)(0) = 2\}, y(x));$

$$y(x) = -e^{-x} + 2e^{x} - x$$

$T(x) := 1 + 2x + \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{2}x^3 + \frac{1}{24}x^4 + \frac{1}{40}x^5 + \frac{1}{720}x^6 + \frac{1}{1680}x^7 + \frac{1}{40320}x^8 + \frac{1}{120960}x^9 + \frac{1}{3628800}x^{10};$

$$x \rightarrow 1 + 2x + \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{2}x^3 + \frac{1}{24}x^4 + \frac{1}{40}x^5 + \frac{1}{720}x^6 + \frac{1}{1680}x^7 + \frac{1}{40320}x^8 + \frac{1}{120960}x^9 + \frac{1}{3628800}x^{10}$$

$T(1.0);$

4.068684139

$y(x) := -e^{-x} + 2e^{x} - x;$

$$x \rightarrow -e^{-x} + 2e^{x} - x$$

$y(1.0);$

4.068684215

1-chizma. Maple dasturida natijalar tahlili

Yuqorida $\{y'' = x + y, \quad y(0) = 1, \quad y'(0) = 2$ oddiy differensial tenglama yaratilgan algoritm orqali yechib naijalar solishtirib ko’rilgan. Natijalarda ko’rinadiki n=10 ta qadamda 10^{-6} aniqlik beryapti. Ushbu algoritm orqali ixtiyoriy oddiy differensial tenglamani taqribiy yechish mumkin.

Adabiyotlar:

1. Исраилов М.И. Ҳисоблаш методлари. 1- қисм. – Тошкент: Ўқитувчи, 2003. – 440 б.
2. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad, Mathlab, Maple (Самоучитель). – М.: НТ Пресс, 2006. – 496 с.
3. Абдухамидов А.У., Худойназаров С. Ҳисоблаш усулларидан амалиёт ва лаборатория машғулотлари. – Тошкент: Ўқитувчи, 1995. – 240 б.
4. Матросов А. Maple 6. Решение задач высшей математики и механики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001.
5. Самарский А.А. Введение в численные методы. – М.: Изд-во Лань, 2009. - 288 с.
6. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. – М.: Изд-во Лань, 2010. – 608 с.

ХАЯТОВ Хуршиджон Усманович
Преподаватель Бухарского государственного университета

ЯРАШОВ Ихтиёр Бахтиёр угли
Магистрант Бухарского государственного университета

ИСОМИДДИНОВ Бекзоджон Озоджон угли
Студент Бухарского государственного университета

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИИ КВАДРАТУРНЫХ ФОРМУЛ С ПОМОЩЬЮ ОПТИМАЛЬНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОЙ ФОРМУЛЫ В ПРОСТРАНСТВЕ СОБОЛЕВА $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$.

Основная сфера применения различных пространств обобщенных функций лежат в теории дифференциальных уравнений и в теории квадратурных и формул. По этому возникает необходимость в изучение пространств обобщенных функций, так или иначе связанных с различными областями в R^n. Современная постановка проблемы оптимизации формул приближенного интегрирования заключается в минимизации нормы функционала погрешности формулы на выбранных нормированных пространствах. В этой работе интегрируя решетчатых оптимальных интерполяционных формул в пространстве Соболева $\tilde{W}_2^{(m)}[0,1]$, мы получаем оптимальных квадратурных формул в этом же пространстве Соболева.

Ключевые слова: *квадратурная формула, функционал погрешность, пространство Соболева, обобщённая функция, функциональная пространство, экстремальная функция.*

SOBOLEV $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ FAZOSIDA OPTIMAL INTERPOLYATSION FORMULALAR YORDAMIDA KADRATUR FORMULA QURISH METODLARI

Umumlashgan funksiyalarning turli fazolarini qo'llashning asosiy yo'nalishlari differensial tenglamalar nazariyasi va kvadratur formulalari nazariyasida yotadi. Shu sababli, u yoki bu tarzda turli sohalar R^n bilan bog'liq bo'lgan umumlashgan funksiyalar fazolarini o'rganish zarurati tug'iladi. Taqribiy integrallash formulalarini optimallashtirish muammosining zamonaviy formulasi tanlangan normalangan fazolarda funksional xatolik formulasining normasini minimallashtirishdan iborat. Ushbu maqolada Sobolev fazosida to`rli optimal interpolyatsion formulalar intergallashtirilgan, Sobolev $\tilde{W}_2^{(m)}[0,1]$ fazosida optimal kvadratur formulalar olingan.

Kalit so'zlar: *kvadratur formula, xatolik funksionali, Sobolev fazosi, umumlashgan funksiya, funksional fazo, ekstremal funksiya.*

METHODS FOR CONSTRUCTING QUADRATIVE FORMULA USING THE OPTIMAL INTERPOLATION FORMULA IN SOBOLEV $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ SPACE

The main areas of application of various spaces of generalized functions lie in the theory of differential equations and in the theory of quadrature formulas. Therefore, there is a need to study the spaces of generalized functions connected in one way or another with various domains in R^n. The modern formulation of the problem of optimization of approximate integration formulas consists in minimizing the norm of the formula error functional on chosen normed spaces. In this paper, integrating lattice optimal interpolation formulas in the space of Sobolev $\tilde{W}_2^{(m)}[0,1]$, we obtain optimal quadrature formulas in the same space of Sobolev.

Keywords: *quadrature formula, error functional, Sobolev space, generalized function, function space, extremal function.*

Введение. Задача о построении интерполяционных формул является одной из классических задач вычислительной математики и численного анализа.