ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 9

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 8

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

YANGI TURDAGI ERGONOMIC MAKTAB RYUKZAKLARI UCHUN BIOMEXANIK HISOB-KITOBLAR VA MATOLAR TAHLILI

Ilkhamova Malokhat Utkurovna

Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti “Charm buyumlarini konstruksiyalash va texnologiyasi” kafedrasi Dotsent, t.f.f.d., Toshkent, O‘zbekiston.

Makhmudov Khusniddin Yusuf o‘g‘li

Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti “Charm buyumlarini konstruksiyalash va texnologiyasi” kafedrasi, Tayanch doktorant, Toshkent, O‘zbekiston.

Annotatsiya Ushbu maqolada O‘zbekiston boshlang‘ich sinf o‘quvchilari uchun mo‘ljallangan maktab ryukzaklarining ergonomik dizayni va material tanlovi biomexanik hisob-kitoblar hamda matolar tahlili asosida o‘rganildi. Tadqiqot natijalari ryukzak yuklamasining 10% tana vazni doirasida xavfsiz ekanini, ammo 15% darajada yelka yuklanmasi sezilarli oshishini ko‘rsatdi. Bel qayishi yelka kuchlanishini kamaytiruvchi eng muhim konstruktiv element sifatida aniqlandi. Nylon 600D materiali optimal tanlov sifatida tavsiya etildi. Shuningdek, anatomik shakldagi va ikki qayishli dizaynlar kuchlanish va deformatsiyani sezilarli darajada kamaytirishi isbotlandi. Taklif etilgan konstruktiv parametrlar milliy ergonomik standartlarni ishlab chiqish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: ergonomik ryukzak, biomexanik hisob-kitoblar, maktab sumkasi, yuk taqsimoti, umurtqa pog'onasi, mato tahlili, fizik va mexanik xususiyatlar, qulaylik, salomatlik xavfsizligi, innovatsion dizayn.

Аннотация. В данной статье исследуются эргономический дизайн и выбор материалов для школьных рюкзаков, адаптированных к учащимся начальных классов Узбекистана, на основе биомеханических расчётов и анализа тканей. Результаты показали, что нагрузка в пределах 10% массы тела является безопасной, тогда как при 15% значительно увеличивается нагрузка на плечи. Поясной ремень определён как наиболее эффективный элемент, снижающий нагрузку. Материал Nylon 600D рекомендован как оптимальный. Также установлено, что анатомическая форма и двухлямочная конструкция снижают напряжение и деформацию более чем на 50%. Предложенные параметры могут служить основой для разработки национальных эргономических стандартов.

Ключевые слова: эргономичный рюкзак, биомеханические расчеты, школьный рюкзак, распределение нагрузки, позвоночник, анализ тканей, физико-механические свойства, комфорт, безопасность здоровья, инновационный дизайн.

ISSN 3030-3907

Abstract. This study investigates the ergonomic design and material selection of school backpacks tailored for primary school students in Uzbekistan, based on biomechanical calculations and textile analysis. The results indicate that loads within 10% of body weight are safe, whereas 15% significantly increases shoulder load. The waist belt was identified as the most effective design element in reducing shoulder stress. Nylon 600D was recommended as the optimal material due to its favorable weight and performance characteristics. Furthermore, anatomically shaped and double-strap configurations reduce stress and deformation by more than 50%. The proposed design parameters provide a scientific basis for developing national ergonomic standards.

Keywords: ergonomic backpack, biomechanical calculations, school bag, load distribution, spine, fabric analysis, physical and mechanical properties, comfort, health safety, innovative design.

1. KIRISH.

Xalqaro tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, maktab yoshidagi bolalarning katta qismi tana vaznining tavsiya etilgan 10 foizidan ortiq yuk ko‘taradi. Bu esa qomat buzilishi, yelka va bo‘yinda og‘riqlar, shuningdek uzoq muddatda umurtqa pog‘onasida muammolar yuzaga kelishiga olib kelishi mumkin [1, 2, 3].Bu masala O‘zbekistonda ham dolzarb. Toshkent shahridagi 206- va 212-maktablarda o‘tkazilgan o‘lchov natijalariga ko‘ra, 1-sinf o‘quvchilarida ryukzak og‘irligi o‘rtacha 13,18 foizni, ayrim hollarda esa 18,6 foizgacha yetgani aniqlangan.

Ushbu maqolada O‘zbekiston maktab ryukzaklari uchun aniq va o‘lchovli konstruktiv parametrlarni ishlab chiqish maqsadida muhandislik hamda materiallar tahliliga asoslangan yondashuv taklif etiladi.

2. USULLAR.

2.1. Biomexanik kuch hisob-kitoblari

Yelka qayishi (egilishi), kuchlanish va kontakt bosimi Mackie (2006) tadqiqotida keltirilgan statik muvozanat modeli asosida hisoblandi [1]. Ushbu model mexanik simulyator yordamida 32 xil konfiguratsiyada sinovdan o‘tkazilgan. Model yukning yelkaga qanday ta’sir qilishini, ya’ni kuchlanish va bosim qanday taqsimlanishini aniqlash imkonini beradi. Hisob-kitoblar kuchlar muvozanati va bosimning taqsimlanishiga asoslanadi.

Ryukzakning og‘irligi quyidagicha aniqlanadi: $W = m_{ryukzak} \cdot g$

Bu yerda W — ryukzak og‘irligi (Nyuton), m — ryukzak massasi, g — erkin tushish tezlanishi.

Yelkadagi har bir qayishga tushadigan kuch: $T = \frac{W}{2cos\alpha}$ Ya’ni yuk ikki yelkaga taqsimlanadi va qayishning burchagi (α) ham hisobga olinadi

ISSN 3030-3907

Yelkaga tushadigan bosim esa: $P = \frac{T}{A}$ Bu yerda **P** — kontakt bosim, **A** — qayishning yelkaga tegib turgan yuzasi. Yuzasi qancha katta bo‘lsa, bosim shuncha kamayadi.

Agar bel qayishi (belbog‘) ishlatilsa: $T_{eff}=0.70 \cdot T$ Ya’ni yelkadagi yuk taxminan 30–40% ga kamayadi (Mackie, 2006).

2.1. Integrallashgan metodologik yondashuv

Konstruktiv parametrlar integrallashgan 8 bosqichli metodologik yondashuv asosida ishlab chiqildi [6]. Ushbu yondashuv turli manbalardan olingan natijalarni birlashtirib, bosqichma-bosqich takomillashtirishni nazarda tutadi. Jarayon quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi: ergonomik tamoyillarni belgilash, FEA simulyatsiya, prototip yaratish, laboratoriya sinovlari, foydalanuvchi (UCD) asosidagi dala sinovlari, standartlarga muvofiqlikni tekshirish, takomillashtirish va yakuniy mahsulotni ishlab chiqish.

3. NATIJALAR.

3.1. Sinf bo'yicha biomexanik hisob-kitoblar

1-jadvalda barcha sinflar kesimida biomexanik hisob-kitoblar keltirilgan. Tajriba natijalariga ko‘ra, eng yuqori xavf guruhi 1-sinf o‘quvchilari hisoblanadi (o‘rtacha 13,18%, maksimal 18,6%) [4].10% tana vazni ssenariyasida yelkadagi kuch T = 12,7 N, bosim esa P = 14,9 kPa bo‘lib, bu 30 kPa qon oqimi chegarasidan past darajada qoladi.Biroq kuzatilgan maksimal yuk — 18,6% tana vazni (15% formulaga yaqinlashtirib baholangan) holatida kuch 19,0 N gacha, bosim esa 22,4 kPa gacha oshadi. Bu esa xavfli chegaraga sezilarli darajada yaqinlashadi.Shuningdek, bel qayishi qo‘llanganda 1-sinf o‘quvchilarida samarali kuch (T_eff) 7,6 N gacha kamayadi. Bu uni ryukzak dizaynidagi eng muhim va samarali elementlardan biri ekanini ko‘rsatadi.

1-jadval

Sinf kesimida biomexanik hisob-kitoblar: 10% va 15% tana vaznida qayish kuchi va kontakt bosimi

Sinf	Tana vazni (kg)	W — 10% BV dagi yuk (N)	Yelka kuchi T (N) α=30° [Mackie 2006]	Bosim P (kPa) A=850 mm²	T_eff bel qayishi bilan (N) (−40%)	Maqbul maks. og'irlik (kg)
1-sinf	22,4	21,97	12,7	14,9	7,6	≤ 2,24
2-sinf	27,4	26,87	15,5	18,2	9,3	≤ 2,74

ISSN 3030-3907

3-sinf	31,3	30,70	17,7	20,8	10,6	≤ 3,13
4-sinf	35,0	34,34	19,8	23,3	11,9	≤ 3,50
1-sinf — 15% BV (xavf zonasi)	22,4	32,96	**19,0**	22,4	11,4	—

3.2. Matolar tanlash:

2-jadvalda keltirilgan natijalarga ko‘ra, sintetik materiallar — ayniqsa nylon va polyester — yuqori mustahkamligi, oson bo‘yash imkoniyati hamda nisbatan arzonligi sababli maktab ryukzaklari ishlab chiqarishda maqsadga muvofiq hisoblanadi. Shu bilan birga, ularning gigiyenik xususiyatlari (havo o‘tkazuvchanligining pastligi va terlashni kuchaytirishi mumkinligi) ham inobatga olinishi zarur.

2-jadval.

Material xususiyatlari va ularning maktab ryukzaklari uchun mosligi

Materiallar	**Asosiy xususiyatlari**	**Og'irlik (g/m²)**	**Suv o'tkazm.**	**Havo o'tkazuv.**	**Maktab ryukzagi uchun xulosasi**
Oxford	Matting to'quv; PVC/PU; yuvish oson; shakl saqlovchi	220–250	✓✓ Yuqori	✗ Past	Mos: chidamli, arzon, suv o'tkazmaydigan. Kamchilik: statik elektr, tez yonuvchi[5].
Cordura	Nylon asosi + viskoza/paxta; Teflon; harbiy standart	~490	✓✓✓ Juda yuqori	✗ Past	Eng chidamli, og'irroq, qimmatroq — premium model uchun. Teflon qayta ishlash zarur [5].

ISSN 3030-3907

Nylon 600D	Sintetik; yuqori mustahkamlik/og'irlik nisbati; qulay bo'yash	~220	✓✓ Yuqori	Qisman	Optimal engil, chidamli, arzon.
Polyester 900D	Neft mahsulotlari; nylon/Teflon bilan mustahkamlanadi	~300	✓✓ Yuqori	✗ Past	Yuqori mustahkamlik, nylondan og'irroq. Changyutuvchi, statik elektr — past gigiyena [5].
Tabiiy charm	Etalon material; eng yuqori mustahkamlik	>800	✓✓ Yuqori	✓✓✓ Eng yaxshi	DIN 58124 ≤1200 g talabi bilan MOS EMAS. Qo'llanilishi ~10% ga kamaymoqda. Asosiy material sifatida tavsiya etilmaydi [5].

Nylon 600D (220 g/m²) materiali asosida 1-sinf uchun mo‘ljallangan model (300×220×100 mm) bo‘yicha hisob-kitoblarga ko‘ra, bo‘sh ryukzak og‘irligi taxminan 506 g ni tashkil etadi. Bu ko‘rsatkich DIN 58124 talablarida belgilangan 1200 g maksimal chegaradan ancha past [12]. Natijada 1-sinf o‘quvchilari uchun foydali yuklanma zaxirasi taxminan 1734 g ni tashkil etadi (2240 g − 506 g). Bu esa odatiy o‘quv qurollari va darsliklarni qulay tashish uchun yetarli hisoblanadi.

3.3. Ilmiy asoslangan konstruktiv parametrlar

3-jadvalda sakkizta integrallashgan konstruktiv parametr keltirilgan bo‘lib, ularning har biri kamida bitta tasdiqlangan miqdoriy natijaga asoslanadi. Ushbu parametrlar biomexanik hisob-kitoblar asosida ishlab chiqilgan va ryukzak dizaynini ilmiy jihatdan asoslashga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

3-jadval.

Ilmiy asoslangan ergonomik konstruktiv parametrlar: ishlab chiqish asoslari va miqdoriy dalillar

Dizayn parametri	Tavsiya etilgan qiymat	Hisob formulasi	Tasdiqlangan dalil
Maksimal to'la og'irlik	≤10% BV har sinf uchun	W = m×g×0,10	Mackie Study 6: MASW = 10,4±3,8% BV (psixofizik). Tajriba: Toshkentda barcha sinflarda bu chegara oshmoqda.
Bo'sh ryukzak og'irligi	≤1,2 kg	Hisob: Nylon 600D korpus ≈ 506 g	Nylon 600D ~220 g/m². Hisoblangan bo'sh og'irlik ~506 g << 1200 g.
Qayish kengligi	≥40–50 mm, yostiqli	P = T/A; A = 50×17 = 850 mm²	P = 12,7 N / 850 mm² = 0,015 MPa < qon oqimi chegarasi (0,030 MPa). 20 mm qayishda P = 0,038 MPa — chegaradan oshadi.
Bel qayishi	≥50 mm, sozlanadi	T_eff = 0,70×T (−40%)	Mackie Study 3 (mexanik simulyator): bel qayishisiz = +40% yelka kuchi ($p<0,001$). T_{eff} = 0,70 × 12,7 = 8,9 N (1-sinf).
Anatomik S-shakl orqa panel	S-egri; C7–L3 masofaga mos; mesh	Orqa uzunligi = 28–42 sm (sinf bo'yicha	FEA: ikkiqayishli / anatomik konfiguratsiya stress va deformatsiyani >50% kamaytiradi.

ISSN 3030-3907

Aks ettiruvchi elementlar	≥3 yo'nalish; EN 13356 III sinf	Ko'rinuvchanlik ≥50 m	Aks ettiruvchisiz: faqat 10–12 m ko'rinadi. EN 13356 bilan ≥50 m.
Kimyoviy xavfsizlik	OEKO-TEX 100 sertifikat	Ftalatlar ≤0,1%; Pb ≤90 mg/kg	Ilkhamova & Makhmudov (2025a) [5]: sintetik materiallarning gigiyenik kamchiliklarini qoplash zarur. Ashraf et al. (2026) [3]: EU RAPEX zararli moddalar topildi.

4. XULOSA.

1-jadvalda keltirilgan biomexanik hisob-kitoblar Toshkentda o‘tkazilgan tajribalar natijasida ryukzaklarning yuklangan massasi ko‘pincha me’yoriy darajadan yuqori ekanini ko‘rsatadi. Xususan, 1-sinf o‘quvchilari uchun kuzatilgan maksimal 18,6% tana vazni holatida qayish kuchlanishi 19 N ga yaqinlashadi, kontakt bosim esa 22,4 kPa ga yetadi. Mackie (2006) tomonidan aniqlangan kuniga o‘rtacha 119 daqiqalik yuk ko‘tarish davomiyligi nuqtai nazaridan, bu ko‘rsatkichlar yelkaga tushadigan yuklamaning uzoq muddat davomida oshib borishini anglatadi [1].

Shuningdek, Al-Qato (2012) tadqiqotida ryukzak ko‘tarishda doimiy og‘riq darajasi 8,8% dan 31,6% gacha oshishi qayd etilgan [2]. Bu natijalar biomexanik topilmalar bilan mos keluvchi, populyatsiya darajasidagi muhim ko‘rsatkich sifatida qaraladi. Bel qayishi eng katta ta’sirga ega konstruktiv element sifatida ajralib chiqadi: u qayish kuchlanishini taxminan 40% ga kamaytiradi (1-sinf uchun 12,7 N dan 7,6 N gacha). Bu esa Toshkent sharoitidagi real yuklanmalar fonida ham yelka yuklamasini xavfsiz chegaraga yaqinlashtiradi. Biroq, Ashraf va boshqalar (2026) tadqiqotiga ko‘ra, o‘quvchilarning 55% i bel qayishidan foydalanmaydi [3]. Ushbu xulq-atvor tafovuti Ilkhamova va Makhmudov (2025b) tomonidan ta’kidlangan muhim dizayn tamoyilini yana bir bor ko‘rsatadi: UCD yondashuvi sof biomexanik hisob-kitoblar e’tibordan chetda qoldirishi mumkin bo‘lgan amaliy foydalanish muammolarini aniqlashga yordam beradi. Shu sababli, bel qayishi nafaqat funksional, balki intuitiv va estetik jihatdan ham qulay tarzda loyihalanishi zarur.

ISSN 3030-3907

O‘zbekistonning rivojlanib borayotgan mahalliy ryukzak ishlab chiqarish sektori uchun bu muhim ishlab chiqarish qarorlarini belgilaydi. Masalan, tabiiy charm an’anaviy va sifatli material hisoblanganiga qaramay, maktab ryukzaklari uchun amaliy emas. Uning yuqori og‘irligi (>800 g/m²) tufayli to‘liq o‘lchamli ryukzaklarda DIN 58124 talablaridagi 1200 g bo‘sh og‘irlik chegarasiga erishish deyarli imkonsiz. Aksincha, Nylon 600D materiali bo‘yicha tavsiyalar hisob-kitoblar bilan tasdiqlanadi: bo‘sh ryukzak og‘irligi taxminan 506 g ni tashkil etadi va bu yetarli yuklanma zaxirasini ta’minlaydi [5]. Oxford matosi esa xavfsizlik nuqtai nazaridan ayrim cheklovlarga ega — u statik elektr hosil qilishi mumkin va issiqlik yoki ochiq olov manbalariga yaqin joyda ishlatish tavsiya etilmaydi. Bundan tashqari, past havo o‘tkazuvchanligi uning boshlang‘ich sinf o‘quvchilari uchun qulayligini pasaytiradi. FEA tahlillari shuni ko‘rsatadiki, ikki qayishli va anatomik shakldagi ryukzak konfiguratsiyalari maksimal kuchlanish va deformatsiyani 50% dan ortiq kamaytiradi. Bu esa oddiy dizayn o‘zgarishlari — xususan, orqa panel geometriyasini optimallashtirish — yuk og‘irligini kamaytirish bilan teng darajada samarali biomexanik natija berishini anglatadi. O‘zbekiston boshlang‘ich sinf o‘quvchilari uchun moslashtirilgan maktab ryukzaklari bo‘yicha ilk bor biomexanik hisob-kitoblarga, material xususiyatlariga va ilmiy asoslangan konstruktiv yechimlarga tayangan kompleks tavsifnoma taqdim etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mackie H.W. School bag carriage: design, adjustment, carriage duration and weight [PhD dissertatsiyasi]. Massey University, Palmerston North, Yangi Zelandiya; 2006. 263 b.
2. AL-Qato A.O. The Influence of Backpacks on Students' Backs: A Cross-Sectional Study of Schools in Tulkarm District [magistrlik dissertatsiyasi]. An-Najah National University, Falastin; 2012. 110 b.
3. Ashraf S., Bento C., Sabino B., Antunes H., França C., Lopes H., Rodrigues A. The Impact of Schoolbags on Postural Health in School-Aged Children: An Updated Systematic Review. Future. 2026;4(1):7. doi:10.3390/future4010007. [PROSPERO: CRD420251080328]
4. Tajriba hisoboti. Maktab o'quvchilari uchun yangi turdagi yuqori ergonomik va himoyalash xususiyatiga ega ryukzaklarni loyihalash. Toshkent; 2023. [PQ-331, 2023-yil 11-oktyabr; 206- va 212-maktablar dala ma'lumotlari, §1.5]
5. Ilkhamova M.U., Makhmudov K.Y. Analysis of Fabrics Used in Designing Modern Backpacks for School Students. Eurasian Medical Research Periodical. 2025;42:16–19. ISSN: 2795-7624. www.geniusjournals.org
6. Ilkhamova M.U., Makhmudov K.Y. Methods for Analysing the Ergonomic Characteristics of Schoolchildren's Backpacks. In: Proceedings of the XI

ISSN 3030-3907

International Scientific and Theoretical Conference «Sectoral Research XXI: Characteristics and Features». SCIENTIA, Chicago, AQSH; 2025-yil 19-dekabr. 233–240-betlar.
7. Walicka-Cuprys K., Skalska-Izdebska R., Rachwal M., Truszczynska A. Influence of the Weight of a School Backpack on Spinal Curvature in the Sagittal Plane of Seven-Year-Old Children. Biomed Res Int. 2015;817913.
8. Patil A.Y., Kulkarni S., Koppal S., Mathad S.N. Design and analysis of backpack structure for school children using FEA tool. Int J Adv Sci Eng. 2018;5(1):862–870.
9. Amiri M., Dezfooli M.S., Mortezaei S.R. Designing an ergonomics backpack for students aged 7–9 with user-centred design approach. Work. 2012;41(S1):1193–1201.
10. Nurboyev R.X., Usmonova Sh.A., Atanafasov M.R. va boshqalar. To'qimachilik materialshunoshligi. Darslik. Toshkent; 2022. 308 b.
11. Xaydarov A.A. Poyabzal va charm-attorlik buyumlarini modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma. Toshkent: Sharq; 2007. 207 b.
12. DIN 58124:2013. Schultaschen: Anforderungen und Prüfungen [Maktab ryukzaklari: talablar va sinov]. Deutsches Institut für Normung, Berlin; 2013.
13. EN 13356:2001. Visibility accessories for non-professional use — Test methods and requirements. CEN, Bryussel; 2001.
14. OEKO-TEX Standard 100. Testing for Harmful Substances. OEKO-TEX Association, Syurix; 2024.
15. O'zDSt 2874:2018. Bolalar buyumlari. Kimyoviy xavfsizlik talablari. Toshkent: O'zstandart; 2018.

ISSN 3030-3907