

496.01.612/045.8/
548

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SPORT VAZIRLIGI
O'ZBEKISTON DAVLAT JISMONIY TARBIYA VA SPORT
UNIVERSITETI

Sport huquqi, ijtimoiy fanlar va tabiiy-ilmiy fanlar kafedrası

AKBAROV A., MUSAYEV B.B.,
YUSUPOVA Z.X., CHO'LLIYEV S.I.

SPORT BIOMEXANIKASI AMALIY MASHG'ULOTLAR

O'QUV QO'LLANMA

61010300 – Sport faoliyati (faoliyat turlari bo'yicha)



TOSHKENT
«EVRIKA NASHRIYOT-MATBAA UYI» MChJ -2024

UDK 796.012:612.015(075.8)

BBK 75.0+28.072

S 85

Akbarov A., Musayev B.B., Yusupova Z.X., Cho'liiyev S.I. «**Sport biomexanikasi amaliy mashg'ulotlar**» [O'quv qo'llanma]. / T«**EVRIKA NASHRIYOT-MATBAA UYI**» MChJ: 2024 168 b..

Taqrizchilar:

D.X.Umarov - Jismoniy tarbiya, sport nazariyasi va uslubiyati kafedrası mudiri, p.f.d (DSc), professor

A.Talametov - Jismoniy tarbiya va sport bo'yicha mutaxassislarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish instituti "Pedagika va psixologiya" kafedrası professor v.b

Mazkur O'quv qo'llanma amaldagi «Sport biomexanikasi» fani dasturi asosida ishlab chiqilgan va ko'rsatilgan yo'nalishlar bo'yicha mutaxassislar tayyorlash o'quv jarayoni davomida biomexanik harakatlarni zaonaviy texnologiyalar asosida o'rganishning ajralmas qismi hisoblanadi. Unda mustaqil ta'lim mavzularini o'zlashtirish, laboratoriya ishlarini bajarish va ularning hisobotlarini tayyorlash bosqichlari keltirilgan.

Ular pedagogik kuzatishni, o'lchashlarni, jismoniy mashqlarni bajarish texnikasining turli parametrlarini hisoblashni, olingan natijalarni tahlil qilish ko'nikmalarini shakllantirishni hamda nazorat testlari o'tkazishni nazarda tutadi. O'quv qo'llanmatalabalar tomonidan o'zlashtirilgan bilimlarni tizimlashtirishga, fanni o'zlashtirishda ijodiy va mustaqil yondashish uchun shart-sharoitlar yaratishga xizmat qiladi.

Sport oliy o'quv yurtlari talabalari, malaka oshirish muassasalari tinglovchilari, Olimpiya zahiralari va sport maktablari o'quvchilariga mo'ljallangan.

UDK 796.012:612.015(075.8)

BBK 75.0+28.072

ISBN 978-9910-8852-7-3

© «EVRIKA NASHRIYOT-MATBAA UYI» MChJ 2024
© Akbarov A., Musayev B.B., Yusupova Z.X., Cho'liiyev S.I., 2024

KIRISH

Keyingi yillarda jismoniy tarbiya va sportni yuqori shiddatlar bilan rivojlanishi tabiiy va qonuniy ravishda sportchilarni musobaqa faoliyatiga tayyorlashning ko'p yillik va o'ta murakkab jarayonini, unda qo'llanadigan uslubiyot, usul va vositalarning samaradorligini biomexanik asoslashga diqqat-e'tiborni kuchayishida namoyon bo'lib bormoqda.

Shu munosabat bilan, yetakchi mutaxassislarning ko'pchiligi tomonidan jismoniy tarbiya va sport sohasi bo'yicha bo'lg'uvchi mutaxassislarni o'qitish (o'rgatish) davomida sportchi harakatlarining biomexanik tahlil qilinishi va sintezini amalga oshirish malaka va ko'nikmalarini shakllantirilishi, rivojlantirilishi va takomillashtirib borilishi tobora ko'proq ahamiyatga ega ekanligi ta'kidlanmoqda.

Mazkur o'quv qo'llanma izlanish ob'yekti jismoniy mashqlar hisoblanadigan eksperimental (ilmiy) tadqiqotlar xarakteriga ega bo'lgan mavzular bo'yicha birlashtirib takomillashtirilgan laboratoriya ishlaridan tashkil topgan.

Ularni bajarilishi davomida quyidagi pedagogik masalalar (vazifalar) hal qilinadi:

1. O'quv materiallarini talabalar tomonidan o'zlashtirilishini yuqori samaradorligi.

2. Talabalarda o'quv-tadqiqot xarakteridagi ishlarni o'qituvchi nazorati ostida mustaqil va ijodkorlik ruhida bajarish malaka va ko'nikmalarini shakllantirish va rivojlantirish.

3. Talabalar tomonidan jismoniy mashqlarni biomexanik tahlil qilish va sintezini amalga oshirishning texnologiyalarini egallanishi.

Laboratoriya ishlari jismoniy mashqlarni biomexanik strukturasi to'g'risidagi zamonaviy ilmiy tasavvurlar asosida tuzilgan bo'lib, ular quyidagi ikki tipdagi:

1. tananing ayrim bo'g'inlaridagi siljuvchanlikning chegaralanishini ifodalaydigan dinamik qadd-qomatni (osankani) elementlari;

2. Shuning bilan bir vaqtni o'zida tananing boshqa bo'g'inlarida amalga oshiradigan harakatlarni boshqarilishi singari bloklar to'plami sifatida qarab chiqilgan.

O'rganilayotgan har bir mashq uning uchun maxsus bo'lgan (ixtisoslashgan) yuqorida zikr etib o'tilgan sportchi tanasini umumiy og'irlik markazining siljishini va "Harakatning umumiy dasturi" deb ataladigan dastur bo'yicha fazodagi oriyentasiyasining o'zgarishini ta'minlaydigan elementlarning ma'lum bir to'plami bilan tavsiflanadi (xarakterlanadi).

Laboratoriya mashg'ulotlarida ishlarni bajarib borish jarayonida talabalar aniq bir o'rganilayotgan jismoniy mashq uchun zikr etilgan dasturni aniqlaydilar va shu bilan birga mazkur mashqni bajarilishi uchun zarur bo'ladigan dinamik xarakteristikalarini qayd etadilar.

Harakatning umumiy dasturini mashqning biomexanik strukturasini o'zgarishi ta'siri ostida o'zgarib borishi xususiyatlarini o'rganib bo'lg'uvchi sport murabbiylari tadqiq qilinayotgan jismoniy mashqni bajarilishining oldingi ma'lum bo'lgan variantlaridagi sportchining xatoliklarini tahlil qilishlari hamda uning yangi istiqbolli variantlarini ishlab chiqishlari (tuzishlari) mumkin bo'ladi.

Mazkur o'quv qo'llanmada talabalarga sportchining tanasini va uning biozvenolarini jismoniy mashqni bajarish jarayonida tekislikdagi siljishi (harakati) misolida biomexanik tadqiqot usullari taklif qilinadi. O'rganilayotgan (tadqiq qilinayotgan) jismoniy harakatlar doirasini bunday qisqartirilishiga qaramasdan taklif etlayotgan mashqlarni o'rganish talabalarga "Sport biomexanikasi" fani dasturining nisbatan cheklangan va qisqa muddatlarida ham zamonaviy biomexanik tahlil qilish va sintezning asoslarini yetarli darajada chuqur o'rganish, Shuningdek sportchi harakatlarini biomexanik tadqiq qilishning eng muhim usullari asoslarini egallash imkoniyatini beradi.

Tananing va uning biozvenolarining tekislikdagi siljish xususiyatlari siklogrammalar yordamida eng maksimal darajada o'zatilishini (eng to'liq ma'lumot berishini) esda tutish muhim hisoblanadi va ularda ushbu siljishlar suratga olish apparati yoki videokameraning optik o'qiga perpendikulyar joylashgan tekislikda qayd etilgan bo'ladi.

Shuningdek, siklogrammani tanlash (saralash) va tuzish (qurish) paytida talabalar o'z diqqat-e'tiborlarini mashqni bajarayotgan sportchi tanasining o'ng yon tekisligi tomonidan qayd etilgan momentlariga

qaratishlari eng maqsadga muvofiq ekanligini ham alohida ta'kidlab o'tish lozim.

Bunday holda tana o'qlarini ham, biozvenolarning bo'ylama o'qlarini ham, burilish burchaklarini hisoblash klassik mexanikada qabul qilingan qoidaga: kuzatilayotgan burilish soat strelkasi harakati yo'nalishiga qarama-qarshi burilganda musbat ishora bilan va soat strelkasi harakati yo'nalishi bo'yicha sodir bo'lganida manfiy ishora bilan olish qoidasiga binoan amalga oshirish ancha qulay.

Sportchining harakati o'ng tomondan chapga yo'nalgan holda amalga oshirilayotgan bo'lsa, u holda simmetrik ravishda aks ettirib olish maqsadga muvofiq bo'ladi.

AdobePhotoshop dasturida bu quyidagicha bajariladi: videofaylning hamma qatlamlari belgilanadi (qoratiriladi), menyu satrida « Тасви́ре – Враще́ние тасви́ря – Отра́зит холст по горизонта́ли » tanlanadi.

Umummat'lum bo'lgan grafik dasturlaridan, Shuningdek biomexanik tahlil qilish uchun maxsus ishlab chiqilgan kompyuter dasturlardan foydalangan holda Laboratoriya ishi № ni bajarishda talabalar maxsus tashkil etilgan yuqori chastotali videosuratga olish natijasida olingan videoma'lumotlar bilan ishlaydilar.

Bundan tashqari, hozirgi kunda mavjud videotexnika qurilmalaridan foydalanish imkoniyatlari kengayib borayotganligi sababli ham, talabalar mustaqil ravishda turli mashqlarni o'zlari tomonidan bajarilishini qayd etishlari hamda shu olingan ma'lumotlar bilan ishlashlari ham mumkin. Videosuratga olishni to'g'ri amalga oshirish bo'yicha savollarga javoblar ushbu o'quv qo'llanmaning birinchi bo'limida yoritib o'tilgan.

Mazkur o'quv qo'llanmada quyidagi standart va original dasturlardan foydalanilgan.

Standart dasturlar qatoriga ACDSee, WinDVDCreator, AdobePhotoshop, ChaosCrystal, QuickTimePlayer, Excel elektron jadvali kiradi. Biomexanik tadqiqotlar davomida aynan ushbu dasturlardan foydalanish muhim va prinsipial ahamiyat kasb etadi.

Zarur bo'lib qolgan hollarda ular o'zlariga o'xshash va xuddi shunday imkoniyatlarga ega bo'lgan analoglariga almashtirilishi mumkin.

A.V. Karpinskiy, A. Akbarov, B. Musayev, Z. Yusupovalar, S. Cho'lliyev tomonidan ishlab chiqilgan **RasChT.exe** dasturidan foydalaniladi. Ushbu dastur tananing bir qator (ayrim) biozvenolari yoki tizimlaridan tashkil topgan jismning umumiy og'irlik markazini aniqlash imkoniyatini beradi hamda tadqiqot o'tkazuvchi shaxsni qiziqtiradigan nuqtalarning koordinatalarini **Excel** elektron jadvaliga avtomatik ravishda o'tkazib berilishini ta'minlaydi.

Ushbu o'quv qo'llanma tarkibiga kiritilgan laboratoriya ishlarini samarali bajarish uchun talabalar informatika bo'yicha umumta'lim maktablari o'quv dasturi hajmidagi bilimlarga ega bo'lishlari kerak.

O'quv qo'llanma talabalar tomonidan laboratoriya ishlarini professor-o'qituvchilarning maslahatli yordamidan foydalanib mustaqil ravishda bajarishlarini nazarda tutadi. Sport biomexanikasi fani bo'yicha imtihonga kirishga ruxsat berilishi uchun shart - mazkur qo'llanmada taklif qilinayotgan laboratoriy ishlarini muvaffaqiyatli bajarilganligi va ularni keyin himoya qilish sharti hisoblanadi.

Ushbu ishlarni himoya qilish og'zaki suhbat o'tkazish yoki har bir mavzuni oxirida keltirib o'tilgan va topshiriqni amaliy bajarilish tartibiga (bular ham har bir mavzuni oxirida keltirilgan) oid savollar bo'yicha kompyuterda test o'tkazish shaklida amalga oshiriladi.

Izoh. Kirish qismini yakunlar ekanmiz, mazkur o'quv qo'llanma - kompyuter texnologiyalaridan va yuqorichastotali videosuratga olish materiallaridan foydalanishga asoslangan o'quv qo'llanma o'zining mazmun-mohiyatiga ko'ra, sport sohasidagi harakatlanish amallarini biomexanik tadqiq qilishning zamonaviy o'quv modeli hisoblanishini ta'kidlab o'tishimiz joiz. Har qanday ilmiy tadqiqot izlanishlari uchun esa albatta, uni amalga oshirish uchun zarur bo'ladigan boshlang'ich - birlamchi ma'lumotlarni jamlash jarayonini o'tash kerak bo'ladi.

Aynan shuning uchun ushbu o'quv qo'llanma biomexanik tadqiqotlarni o'tkazish uchun dastlabki ma'lumotlarni olish usullariga bag'ishlangan bo'limidan boshlanadi.

I BOB. SPORT BIOMEXANIKASINING PREDMETI, MAQSAD VA VAZIFALARI

1.1. Sport biomexanikasining predmeti

Mazkur o'quv qo'llanma - bu aniq maqsadli didaktik vositalarning ta'lim oluvchilarni turli o'quv faoliyati turlarini samarali boshqarishga va o'zini-o'zi boshqarishiga, rag'batlantirishga va qo'llab-quvvatlashga, nazorat qilishga va o'zini o'zi nazorat qilishiga yo'naltirilgan ochiq tizimdir. «Sport biomexanikasi» fani bo'yicha mazkur o'quv qo'llanma amaldagi me'yoriy hujjatlar (Sport biomexanikasi dasturi va sillabus) asosida 61010300 – Sport faoliyati (faoliyat turlari bo'yicha) yo'nalishlar uchun ishlab chiqilgan.

«Sport biomexanikasi» fani bo'yicha mazkur o'quv qo'llanmaning maqsadi talabalarning jismoniy tarbiya va sport sohasi mutaxassislari sifatida kasbiy kompetentligini rivojlantirish bo'yicha rasional o'quv faoliyati jarayonini boshqarish va unga yordam ko'rsatish hisoblanadi.

O'quv qo'llanmaning asosiy funksiyalariga:

- «Sport biomexanikasi» o'quv fanining mazmuniga, talabalarning jismoniy tarbiya va sport sohasini bo'lg'uvchi mutaxassislari sifatida tayyorlashda ularning ta'lim va kasbiy natijalariga qo'yiladigan talablarni ochib berish;

- talabalar tomonidan «Sport biomexanikasi» fani bo'yicha ham nazariy o'quv materiallarini samarali o'zlashtirilishini, ham jismoniy mashqlar texnikasini biomexanik tahlil qilish sohasida va jismoniy mashqlarni bajarishni o'rgatishning biomexanik asoslaridan foydalanishni amaliy malaka va ko'nikmalarini shakllantirish sifatini oshirishni ta'minlash;

- «Sport biomexanikasi» o'quv fanini o'zlashtirish jarayonida ta'limning turli didaktik vositalarini yagona va yaxlit tizimga birlashtirish, o'rganilayotgan fanning vorisligini va fanlararo bog'liqligini ta'minlash kiradi.

«Sport biomexanikasi» o'quv fani bo'yicha o'quv qo'llanma tarkibiga quyidagi bo'limlar kiradi:

- fanga kirish;
 - sportchining harakatlanish amallarini bajarishining (mavzular va bo'limlar bo'yicha ma'ruza materiallarining tuzilishi va qisqa mazmuni, asosiy qoida, qonuniyatlar formulalari va ta'riflar, jadvallar va sxemalar; laboratoriya mashg'ulotlarining rejalari va topshiriqlari) biomexanik tahlili sohasidagi o'quv materialini nazariy va amaliy o'zlashtirish darajasini ta'minlaydigan nazariy va amaliy bo'limlar;
 - o'quv predmeti materiallarining o'zlashtirilishiga qo'yiladigan talablarni, o'rganilayotgan fan bo'yicha talabalarini o'zlashtirgan bilimlarining baholash mezonlarini va testlarni o'tkazish tartibini, o'quv fani bo'yicha joriy, oraliq va yakuniy nazoratlar bo'yicha savol va topshiriqlar ro'yxatini o'z ichida mujassam qilgan o'zlashtirilgan bilimlarni nazorat qilish bo'limi;
 - o'quv fanining o'quv-dasturiy me'yoriy hujjatlarining (o'quv dasturlari) ta'minotidan, o'quv-uslubiy (talabalarining laboratoriya ishlarini bajarish va topshirish bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar, talabalarining mustaqil ishlarini tashkil qilish va rag'batlantirish bo'yicha bo'yicha uslubiy tavsiyalar, talabalarining boshqariladigan mustaqil ishlari bo'yicha mavzular va topshiriqlar) ta'minotidan, fanning axborot-uslubiy (tavsiya etiladigan adabiyotlar ro'yxati, namoyish etiladigan qurilmalar va taqdimotlar) ta'minotidan tashkil topgan yordamchi bo'lim.
- «Sport biomexanikasi» o'quv fanini o'rganish bo'yicha talabalar:
- Biomexanik tahlil usullarini;
 - Joy dasturi, oriyentatsiya (mo'ljal olish), poza (gavdaning vaziyati)ni aniqlash usullarini;
 - Boshqariladigan kuchlar va kuchlar momentlarini aniqlash qonuniyatlarini;
 - Bo'g'inlarda boshqariladigan harakatlarni bajarilish qonuniyatlarini;
 - Harakatlanish amallarining ichki strukturasining tashkil etuvchi komponentalarini;

- Harakatlanish amallarining biomexanik strukturasini tashkil etuvchilarni o'zlashtirish ketma-ketligini **bilishlari kerak.**

O'quv fanini o'rganish bo'yicha talabalar:

- Sportchi tanasi harakatlari dasturini aniqlash va tahlil qila olishni;
- Sportchi gavdasining o'zgargan pozasi (gavdaning vaziyati)ni aniqlash va tahlil qila olishni;
- Harakatlarning kuch va energetik xarakteristikalarini aniqlay olishni;
- Harakatlanish amalining biomexanik samaradorligini baholay olishni bilishlari kerak.

«Sport biomexanikasi» o'quv fanini o'rganish bo'yicha talabalar:

- Kasbiy faoliyatida sport mashqlarini bajarishning biomexanik tahlili usullaridan foydalanishning
- Shug'ullanuvchilarning harakatlarini biomexanik xarakteristikalarini o'rganish uchun qo'llanadigan zamonaviy va ilg'or kompyuter texnologiyalaridan foydalanish **malaka va ko'nikmalarini egallashlari kerak.**

1.2. Biomexanik kattaliklarning o'lchash natijalarini qayta ishlash

Maqsad: Sport faoliyatida biomexanik parametrlar va o'zgaruvchilarning o'lchash natijalari xatoliklarini hisoblash malaka va ko'nikmalarini shakllantirish.

Topshiriqlar:

1. Absolyut va nisbiy xatolik tushunchalarini o'rganish.
2. O'lchash natijalari uchun absolyut xatolikni hisoblashni o'rganish.
3. O'lchash natijalari uchun nisbiy xatolikni hisoblashni o'rganish
4. Olingan natijalarning yakuniy ifodalanishini o'rganish.

Nazariy qism.

Olingan o'lchash natijalarini aniqlash usuli bo'yicha ikki – absolyut va nisbiy xatoliklarga, kelib chiqishi bo'yicha esa uch – tizimli, tasodifiy va qo'pol xatoliklar (yanglishishlar)ga bo'linadi.

O'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati bilan o'lchashda aniqlangan qiymat o'rtasidagi farq **absolyut** bir xil bo'ladi. Absolyut xatolik har bir o'lchash natijasi uchun hisoblanadi.

Nisbiy xatolik deb tadqiq etilayotgan kattalik uchun absolyut xatolikning o'rtacha qiymatining haqiqiy qiymatga nisbati foizlarda ifodalanishiga aytiladi, ε harfi orqali belgilanadi va quyidagi (2) formuladan **xatolik** deb aytiladi.

Umumiy holda, o'lchanayotgan biror A kattalik uchun absolyut xatolik ΔA orqali belgilanadi va quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\Delta A = A_{haq} - A_i \quad (1)$$

Bu yerda A_{haq} – o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati (kattalikning haqiqiy qiymatini aniqlash imkoni bo'lmagan hollarda ularning o'rtacha arifmetik qiymati $\bar{A}$ olinadi). A_i – esa kattalikning tajriba jarayonida o'lchangan qiymatlari ($i = 1, 2, 3, 4, \dots, n$), n – o'lchashlar soni.

ΔA – absolyut xatolikning, A_{haq} – haqiqiy kattalikning va A_i – o'lchanayotgan kattalikning o'lchov birliklari aniqlanadi.

$$\varepsilon = \frac{|\Delta A|}{A_{haq}} \cdot 100\% \quad (2)$$

O'lchashlarning oxirgi natijasi quyidagicha yoziladi:
O'lchashlarning natijasi

$$A = A_{haq} \pm \Delta \bar{A}$$

$$\varepsilon = \dots \%$$

Xatoliklarni hisoblash tartibi

Sportchining bir nechta ketma-ket urinishlari (masalan, marafon yoki 1500 metr masofaga yugurish, uzunlikka yoki balandlikka sakrash, yadroni uloqtirish va hokazo) natijalari uchun xatoliklarni hisoblash va natijani umumiy ko'rinishda yozishni amalga oshiramiz.

Misol tariqasida sportchining uzunlikka sakrashini qarab chiqamiz. Aytaylik sportchi ma'lum vaqt oraliqlari bilan ketma-ket 10 marta (o'lchashlar soni $n=10$) uzunlikka sakrash uchun imkoniyat berilgan va quyidagicha natijalar qayd etilgan.

$$X_i = 2,37; 2,39; 2,32; 2,27; 2,38; 2,35; 2,36; 2,42; 2,29; 2,40 \text{ m.}$$

Ushbu ko'rsatkich – uzunlikka sakrashning haqiqiy qiymati har bir shaxs – sportchi uchun turli qiymatga ega bo'ladi. Shuning uchun kattalikning haqiqiy qiymati o'rniga uning o'rtacha arifmetik qiymatini olamiz va uni hisoblaymiz:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{10} (2,37 + 2,39 + 2,32 + 2,27 + 2,38 + 2,35 + 2,36 + 2,42 + 2,29 + 2,40) = \frac{23,55}{10} = 2,355 \text{ m}$$

(ishlashga qulay bo'lishi uchun natijalarni jadval ko'rinishida ifodalaymiz).

№	i	O'lchash natijasi X_i m	Absolyut xatolik	
			$\Delta X_i, m$	$ \Delta X_i , m$
1	1	2,37	-0,015	0,015
2	2	2,39	-0,035	0,035
3	3	2,32	0,035	0,035
4	4	2,27	0,085	0,085
5	5	2,38	-0,025	0,025
6	6	2,35	0,005	0,005
7	7	2,36	-0,005	0,005

№	i	O'lchash natijasi X_i, m	Absolyut xatolik	
			$\Delta X_i, m$	$ \Delta X_i , m$
8	8	2,42	-0,065	0,065
9	9	2,29	0,065	0,065
10	10	2,40	-0,045	0,045

O'rtacha absolyut qiymatni hisoblash ham natijalarining o'rtacha qiymatini hisoblash singari topiladi:

$$\Delta \bar{X}_i = 0,04 m.$$

O'lchash natijalari uchun nisbiy xatolikni hisoblaymiz:

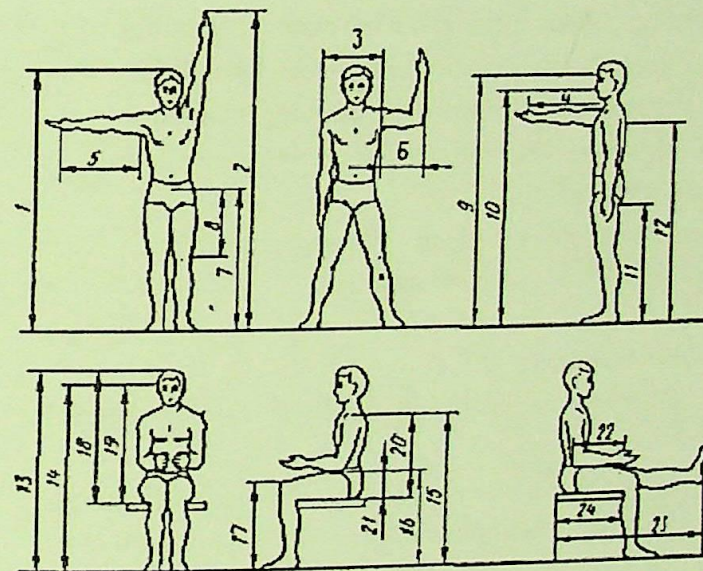
$$\varepsilon = \frac{|\Delta \bar{X}|}{\bar{X}} \cdot 100\% = \frac{0,04}{2,355} \cdot 100\% = 1,7\%$$

Demak, sportchining uzunlikka sakrash bo'yicha urinishlarining yakuniy natijasi quyidagicha yoziladi

$$X = \bar{X} \pm |\Delta \bar{X}| = 2,355 \pm 0,04 m.$$

Nisbiy xatolik $\varepsilon = 1,7\%$.

Topshiriq. Mustaqil ravishda oldingi mavzuda o'rganilgan va o'lchangan guruh talabalari gavdasini quyidagi ba'zi qismlari uzunliklari natijalari uchun o'lchash xatoliklarini hisoblang.



1. Tik turgan holda gavdaning uzunligi
2. Tik turgan holda qo'llarni yuqoriga ko'tarilgan holda gavdaning uzunligi
3. Yelka kengligi
4. Oldinga uzatilgan qo'lning uzunligi
5. Yonga uzatilgan qo'lning uzunligi
6. Yelkaning uzunligi
7. Tik turgan holda oyoqning uzunligi
8. Tik turgan holda son uzunligi
9. Tik turgan holda yerdan og'izning balandligi
10. Tik turgan holda yerdan ko'zning balandligi
11. Tik turgan holda yerdan kaftning balandligi
12. Tik turgan holda yerdan yelkaning balandligi
13. O'tirgan holda gavdaning uzunligi
14. O'tirgan holda yerdan ko'zning balandligi
15. O'tirgan holda yerdan yelkaning balandligi
16. O'tirgan holda yerdan tirsakning balandligi
17. O'tirgan holda tizzaning balandligi

18. O'tirgan holda o'rindiqdand gavdaning balandligi
19. O'tirgan holda o'rindiqdand ko'zning balandligi
20. O'tirgan holda o'rindiqdand yelkaning balandligi
21. O'tirgan holda o'rindiqdand tirsakning balandligi
22. Bilakning uzunligi
23. O'tirgan holda uzatilgan oyoqning uzunligi
24. O'tirgan holda sonning uzunligi.

Nazorat savollari:

1. O'lchash natijalarining absolyut xatoligi deganda nimani tushunasiz?
2. O'lchash natijalarining nisbiy xatoligini tushuntiring?
3. Absolyut xatolikning o'lchov birligi qanday bo'ladi?
4. Nisbiy xatolikning o'lchov birligi qanday bo'ladi?
5. O'lchash natijalarining absolyut va nisbiy xatoligini hisoblash tartibini tushuntiring?
6. O'lchash natijalarining yakuniy ifodasi qanday ko'rinishda bo'ladi?

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Axmedov B.A., Hasanova S.A. "Biomexanikadan praktikum"
2. Allamurotov Sh.I. va boshqalar "Sport biomexanikasi". Toshkent, 2009
3. Dubrovskiy V.I. va boshqalar "Biomexanika". Moskva, 2008
4. Umarov D.X., Akbarov A., Tangabaev A.A., "Biomexanika" (masalalar yechishga oid qo'llanma), O'zDJTI, Toshkent, 2010.

1.3. Sakrash kinosiklogrammasini chizish va xronogrammasini qurish

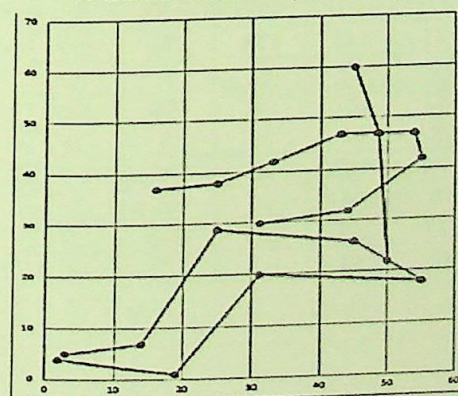
Mashg'ulotning maqsadi:

1. Kinoo'lchamlardan foydalanib koordinatalar jadvalini tuzish.
2. Koordinatalar jadvali orqali sakrash kinosiklogrammasini chizish.
3. Sakrash kinosiklogrammasi bo'yicha to'g'ri chiziqli xronogrammani chizish.

I – amaliy ish. Ishni bajarish tartibi:

1. Sakrash kinosiklogrammasini chizish uchun 1- jadvalni ko'chirib yozing.
2. Yuzasi 350 mm x 250 mm bo'lgan millimetrli qog'oz oling.
3. 1-jadvaldan x va y koordinatlarni (boshning 1-lavhasi uchun) millimetrli qog'ozga o'tkazing.
4. Belgilangan koordinatalar asosida hosil qilingan nuqtani jadvaldagi singari harf (S) bilan belgilang.
5. Xuddi shuningdek, birinchi lavha uchun undan keyingi gavda bo'limlari yelka, tirsak va boshqalar (jami 8 ta) uchun nuqtalarni qo'ying va mos harflar bilan belgilang.
6. Belgilangan nuqtalarni odam tanasining tuzilishi singari ($c \rightarrow b \rightarrow f \rightarrow s \rightarrow p \rightarrow d$ va $b \rightarrow a \rightarrow m$) asosida birlashtirib kinosiklogrammaning birinchi lavhasi hosil qilinadi.

7. Ikkinchi lavha (va boshqa barcha 12 lavhalar) uchun 3-, 4-, 5- va



6-bandlarni ketma-ket bajarib chiqing. Ana shunday lavhalar jamlanmasi to'liq kinosiklogrammani tashkil etadi.

Sakrash kinosiklogrammasi uchun X va Y koordinata qiymatlari

Jadval-1

Lavha	Kordinata	Bosh	Yelka bo' g' imi	Tirsak bo' g' imi	Bilak bo' g' imi	Chanoq-son bo' g' imi	Tizza bo' g' imi	Boldir-panja bo' g' imi	Barmoqlar
N_0	S_i	c	b	a	m	f	s	p	d
1.	X_1	-9	-11	-16	0	-24	-16	-30	-9
	Y_1	120	99	71	73	51	16	-23	-30
2.	X_2	13	14	20	28	-8	-8	-29	-9
	Y_2	120	99	72	85	50	14	-22	-30
3.	X_3	30	36	42	46	10	4	-23	-9
	Y_3	123	106	79	94	52	19	-14	-30
4.	X_4	52	57	62	70	34	29	-7	-9
	Y_4	126	109	81	90	57	20	-8	-30
5.	X_5	72	73	72	86	56	64	20	4
	Y_5	128	110	82	75	58	22	12	-4
6.	X_6	92	90	80	95	81	100	60	40
	Y_6	124	106	80	64	54	20	26	14
7.	X_7	112	108	90	102	103	134	99	83
	Y_7	122	104	84	64	51	33	29	12
8.	X_8	128	124	102	111	125	159	134	142
	Y_8	122	108	94	72	59	46	18	-2
9.	X_9	147	134	121	133	146	178	174	193
	Y_9	128	113	99	79	62	43	5	-9
10.	X_{10}	171	147	146	162	167	191	198	220
	Y_{10}	129	114	96	78	61	32	-9	-16
11.	X_{11}	191	187	172	194	187	203	207	227
	Y_{11}	128	108	88	78	58	25	-15	-30
12.	X_{12}	211	211	207	227	207	217	207	227
	Y_{12}	122	100	72	80	51	18	-22	-30

II – amaliy ish. Ishni bajarish tartibi:

1. Kinoplyonkani ko'zdan kechirib, har bir harakatning boshi va oxiri topiladi hamda bu harakat fazalariga bo'linadi.

2. Sakrash kinoplyonkalari asosida besh ustundan iborat hisoblash jadvali tuziladi. (2-jadval).

3. Sakrash kinosiklogrammasidagi har bir fazaning nomi yozib chiqiladi.

4. Sakrash kinoplyonkalari ko'zdan kechirilib har bir fazaning boshlanish va oxirgi lavhalarining tartib raqamlari (nomerlari) 3-ustunga yoziladi.

5. Har bir fazaning oxirgi lavha sonidan boshlang'ich lavhaning sonini ayirib tashlab intervallar miqdori aniqlanadi va 4-ustunga yoziladi.

6. Sakrash jarayonida har bir fazaga ketgan vaqtни rasmga olish chastotasi orqali hisoblab 5-ustunga yoziladi. Bunda sportchi sakrashini kinoga olish tezligi sekundiga 24 lavha deb olinadi. Kinoapparatda plyonkaga 0,5 sekunda 12 ta lavha olinadi. Demak, bir lavha uchun 0,041 s vaqt ketgan. Bu ma'lumotlarga asosan 2-jadval to'ldiriladi.

7. Sportchi sakrashi vaqtida kinoapparat 0,5 sekunda 12 lavha rasm olgan. Demak, bir lavhaga ketgan vaqt $0,5/12=0,041$ s, ya'ni bir lavha rasm olish uchun 0,041 sekund vaqt ketgan. Bu ma'lumotlarga asosan 6-jadval to'ldiriladi.

8. 2-jadval asosida sakrashning rasmda ko'rsatilganidek to'g'ri chiziqli xronogrammasi millimetrli qog'ozga chiziladi.

Sakrash xronogrammasini hisoblash

2-jadval

N_0	Sakrash fazalari	Boshlang'ich va oxirgi kadr t/r.	Intervallar miqdori	Fazaning muddati (s)
1	Depsinish	1-4	4	$0,041 \cdot 4 = 0,164$
2	Uchish	5-10	6	$0,041 \cdot 6 = 0,246$
3	Yerga qo'nish	11-12	2	$0,041 \cdot 2 = 0,082$

O'ZBEKISTON DAVLAT JISMONIY
TARBIYA VA SPORT UNIVERSITETI
AXBOROT RESURS MARKAZI
№ 8/11 2960/5

Nazorat savollari:

1. Sportchining harakati rasmga qanday olinadi?
2. Kinosyomka metodi nimadan iborat?
3. Kinosiklogramma deb nimaga aytiladi?
4. Kinosiklogrammaga qarab sportchi harakatining yutuq va kamchiliklarini ko'rsatib bering?
5. Xronogramma deb nimaga aytiladi? Siz qanday xronogrammalarni bilasiz?
6. Harakat ritmi deganada nimani tushinasiz?
7. Harakat fazalarini tushuntiring?
8. Depsinish, uchish, va yerga qo'nish fazalaridagi vaqt qanday o'lchanadi?
9. Yugurish va sakrash xronogrammalari orasidagi qanday o'xshashlik va farq bor?

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Axmedov B.A., Hasanova S.A. "Biomexanikadan praktikum"
2. Allamurotov Sh.I. va boshqalar "Sport biomexanikasi". Toshkent, 2009
3. Dubrovskiy V.I. va boshqalar "Biomexanika". Moskva, 2008
4. Umarov D.X., Akbarov A., Tangabaev A.A., "Biomexanika" (masalalar yechishga oid qo'llanma), O'zDJTI, Toshkent, 2010.

1.4. Yugurish kinosiklogrammasini chizish va xronogrammasini qurish

Mashg'ulotning maqsadi:

1. Kinoo'lchamlardan foydalanib koordinatalar jadvalini tuzish.
2. Koordinatalar jadvali orqali yugurish kinosiklogrammasini chizish.

I – amaliy ish. Ishni bajarish tartibi:

1. Yugurish kinosiklogrammasini chizish uchun 1-jadvalni ko'chirib yozing.
2. Yuzasi 350 mm x 250 mm bo'lgan millimetrli qog'oz oling.

3. 1-jadvaldan x va y koordinatlarni (boshning 1-lavhasi uchun) millimetrli qog'ozga o'tkazing.

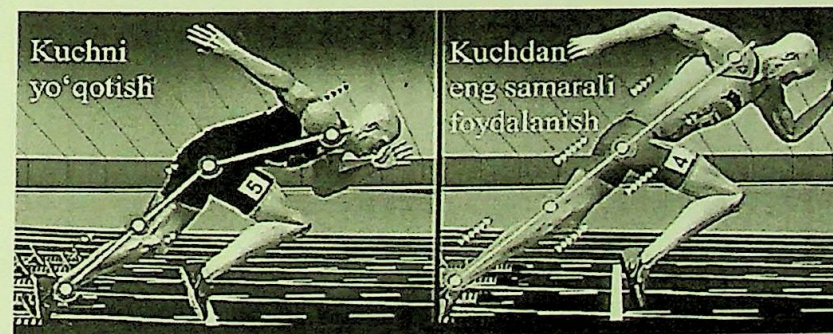
4. Belgilangan koordinatalar asosida hosil qilingan nuqtani jadvaldagi singari harf (S) bilan belgilang.

5. Xuddi shuningdek, birinchi lavha uchun undan keyingi gavda bo'limlari yelka, tirsak va boshqalar (jami 8 ta) uchun nuqtalarni qo'ying va mos harflar bilan belgilang.

6. Belgilangan nuqtalarni odam tanasining tuzilishi singari ($c \rightarrow b \rightarrow f \rightarrow s \rightarrow p \rightarrow d$ va $b \rightarrow a \rightarrow m$) asosida birlashtirib kinosiklogrammaning birinchi lavhasi hosil qilinadi.

7. Ikkinchi lavha (va boshqa barcha 10 lavhalar) uchun 3-, 4-, 5- va 6-bandlarni ketma-ket bajarib chiqing.

Ana shunday lavhalar jamlanmasi to'liq kinosiklogrammani tashkil etadi.



Yugurish kinosiklogrammasi uchun x va y koordinata qiymatlari

1-jadval.

Lavha	Masofa	Bosh	Yelka bo' g' imi	Tirsak bo' g' imi	Bilak bo' g' imi	Chanoq-son bo' g' imi	Tizza bo' g' imi	Boldir-panja bo' g' imi	Barmoqlar	
T/r	S_i	c	b	a	m	f	s	p	d	
1.	S_i	X_1	9	15	6	30	6	10	-9	3
		Y_1	145	125	100	89	68	28	0	-8

Lavha	Masofa		Bosh	Yelka bo' g' imi	Tirsak bo' g' imi	Bilak bo' g' imi	Chanoq-son bo' g' imi	Tizza bo' g' imi	Boldir-panja bo' g' imi	Barmoqlar
2.	S_2	X_2	38	48	46	71	35	23	5	4
		Y_2	146	129	105	100	70	33	8	-7
3.	S_3	X_3	68	79	81	105	65	50	19	17
		Y_3	148	132	108	105	73	36	28	4
4.	S_4	X_4	99	108	108	131	98	88	53	45
		Y_4	149	131	106	89	72	34	32	19
5.	S_5	X_5	129	136	130	151	130	133	94	89
		Y_5	146	127	102	88	69	32	36	24
6.	S_6	X_6	159	163	151	167	161	182	150	147
		Y_6	143	126	102	81	70	41	30	15
7.	S_7	X_7	190	189	173	186	192	222	204	211
		Y_7	142	128	106	83	75	53	18	10
8.	S_8	X_8	221	217	199	210	222	251	256	269
		Y_8	143	131	111	87	77	53	18	10
9.	S_9	X_9	252	248	230	242	250	276	286	301
		Y_9	144	131	112	88	75	44	11	4
10.	S_{10}	X_{10}	282	279	266	281	278	298	296	307
		Y_{10}	142	128	107	85	72	36	1	-8

II – amaliy ish. Ishni bajarish tartibi:

9. Kinoplyonkani ko'zdan kechirib, har bir harakatning boshi va oxiri topiladi hamda bu harakat fazalaraga bo'linadi.

10. Yugurish kinoplyonkalari asosida besh ustundan iborat hisoblash jadvali tuziladi. (2-jadval).

11. Yugurish kinosiklogrammasidagi har bir fazaning nomi yozib chiqiladi.

12. Yugurish kinoplyonkalari ko'zdan kechirilib har bir fazaning boshlanish va oxirgi lavhalarining tartib raqamlari (nomerlari) 3-ustunga yoziladi.

13. Har bir fazaning oxirgi lavha sonidan boshlang'ich lavhaning sonini ayirib tashlab intervallar miqdori aniqlanadi va 4-ustunga yoziladi.

14. Yugurish jarayonida har bir fazaga ketgan vaqtni rasmga olish chastotasi orqali hisoblab 5-ustunga yoziladi. Bunda sportchi yugurishini kinoga olish tezligi sekundiga 24 lavha deb olinadi. Kinoapparatda plyonkaga 0,5 sekundda 10 ta lavha olinadi. Demak, bir lavha uchun 0,05 s vaqt ketgan. Bu ma'lumotlarga asosan 2-jadval to'ldiriladi.

15. Sportchi yugurishi vaqtida kinoapparat 0,5 sekundda 10 lavha rasm olgan. Demak, bir lavhaga ketgan vaqt $0,5/10=0,05$ s, ya'ni bir lavha rasm olish uchun 0,05 sekund vaqt ketgan. Bu ma'lumotlarga asosan 6-jadval to'ldiriladi.

16. 2-jadval asosida yugurishning rasmda ko'rsatilganidek to'g'ri chiziqli xronogrammasi millimetrlil qog'ozga chiziladi.

Yugurish xronogrammasini hisoblash

2-jadval

№	Yurish fazalari	Boshlang'ich va oxirgi kadr t/r.	Intervallar miqdori	Fazaning muddati (s)
1	Depsinish	1	1	$0,05 \cdot 1 = 0,05$
2	Uchish	2-9	8	$0,05 \cdot 8 = 0,4$
3	Yerga qo'nish	10	1	$0,05 \cdot 1 = 0,05$

Nazorat savollari:

10. Sportchining harakati rasmga qanday olinadi?
11. Kinosyomka metodi nimadan iborat?
12. Kinosiklogramma deb nimaga aytiladi?
13. Sakrash va yugurishdagi sportchining inertsiasini tushuntirib bering?
14. Kinosiklogrammaga qarab sportchi harakatining yutuq va kamchiliklarini ko'rsatib bering?

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Axmedov B.A., Hasanova S.A. "Biomexanikadan praktikum"
2. Allamurotov Sh.I. va boshqalar "Sport biomexanikasi". Toshkent, 2009
3. Dubrovskiy V.I. va boshqalar "Biomexanika". Moskva, 2008

Lavha	Masofa		Bosh	Yelka bo‘ g‘ imi	Tirsak bo‘ g‘ imi	Bilak bo‘ g‘ imi	Chanoq-son bo‘ g‘ imi	Tizza bo‘ g‘ imi	Boldir-panja bo‘ g‘ imi	Barmoqlar
2.	S_2	X_2	38	48	46	71	35	23	5	4
		Y_2	146	129	105	100	70	33	8	-7
3.	S_3	X_3	68	79	81	105	65	50	19	17
		Y_3	148	132	108	105	73	36	28	4
4.	S_4	X_4	99	108	108	131	98	88	53	45
		Y_4	149	131	106	89	72	34	32	19
5.	S_5	X_5	129	136	130	151	130	133	94	89
		Y_5	146	127	102	88	69	32	36	24
6.	S_6	X_6	159	163	151	167	161	182	150	147
		Y_6	143	126	102	81	70	41	30	15
7.	S_7	X_7	190	189	173	186	192	222	204	211
		Y_7	142	128	106	83	75	53	18	10
8.	S_8	X_8	221	217	199	210	222	251	256	269
		Y_8	143	131	111	87	77	53	18	10
9.	S_9	X_9	252	248	230	242	250	276	286	301
		Y_9	144	131	112	88	75	44	11	4
10.	S_{10}	X_{10}	282	279	266	281	278	298	296	307
		Y_{10}	142	128	107	85	72	36	1	-8

II – amaliy ish. Ishni bajarish tartibi:

- Kinoplyonkani ko'zdan kechirib, har bir harakatning boshi va oxiri topiladi hamda bu harakat fazalariga bo'linadi.
- Yugurish kinoplyonkalari asosida besh ustundan iborat hisoblash jadvali tuziladi. (2-jadval).
- Yugurish kinosiklogrammasidagi har bir fazaning nomi yozib chiqiladi.
- Yugurish kinoplyonkalari ko'zdan kechirilib har bir fazaning boshlanish va oxirgi lavhalarining tartib raqamlari (nomerlari) 3-ustunga yoziladi.
- Har bir fazaning oxirgi lavha sonidan boshlang'ich lavhaning sonini ayirib tashlab intervallar miqdori aniqlanadi va 4-ustunga yoziladi.

14. Yugurish jarayonida har bir fazaga ketgan vaqtni rasmga olish chastotasi orqali hisoblab 5-ustunga yoziladi. Bunda sportchi yugurishini kinoga olish tezligi sekundiga 24 lavha deb olinadi. Kinoapparatda plyonkaga 0,5 sekunda 10 ta lavha olinadi. Demak, bir lavha uchun 0,05 s vaqt ketgan. Bu ma'lumotlarga asosan 2-jadval to'ldiriladi.

15. Sportchi yugurishi vaqtida kinoapparat 0,5 sekunda 10 lavha rasm olgan. Demak, bir lavhaga ketgan vaqt $0,5/10=0,05$ s, ya'ni bir lavha rasm olish uchun 0,05 sekund vaqt ketgan. Bu ma'lumotlarga asosan 6-jadval to'ldiriladi.

16. 2-jadval asosida yugurishning rasmda ko'rsatilganidek to'g'ri chiziqli xronogrammasi millimetrl qog'ozga chiziladi.

Yugurish xronogrammasini hisoblash

2-jadval

№	Yurish fazalari	Boshlang'ich va oxirgi kadr t/r.	Intervallar miqdori	Fazaning muddati (s)
1	Depsinish	1	1	$0,05 \cdot 1 = 0,05$
2	Uchish	2-9	8	$0,05 \cdot 8 = 0,4$
3	Yerga qo'nish	10	1	$0,05 \cdot 1 = 0,05$

Nazorat savollari:

- Sportchining harakati rasmga qanday olinadi?
- Kinosyomka metodi nimadan iborat?
- Kinosiklogramma deb nimaga aytiladi?
- Sakrash va yugurishdagi sportchining inertsiasini tushuntirib bering?
- Kinosiklogrammaga qarab sportchi harakatining yutuq va kamchiliklarini ko'rsatib bering?

Adabiyotlar ro'yxati:

- Axmedov B.A., Hasanova S.A. "Biomexanikadan praktikum"
- Allamurotov Sh.I. va boshqalar "Sport biomexanikasi". Toshkent, 2009
- Dubrovskiy V.I. va boshqalar "Biomexanika". Moskva, 2008

4. Umarov D.X., Akbarov A., Tangabaev A.A., "Biomexanika" (masalalar yechishga oid qo'llanma), O'zDJTI, Toshkent, 2010.

5. <https://www.facebook.com/letsrunonline/videos/646764342551867/>

1.5. Sakrash kinosiklogrammasi asosida tezlik va tezlanish grafigini chizish

Mashg'ulotning maqsadi: Koordinatalar jadvali orqali sakrash kinosiklogrammasi uchun tezlik va tezlanish grafiklarini chizib o'rganish.

1-amaliy ish uchun ishini bajarish tartibi:

1. Yuzasi 350 mm x 250 mm bo'lgan millimetrli qog'oz oling.

2. 2-amaliy mashg'ulotdagi jadvaldan (sakrash kinosiklogrammasi uchun X koordinata qiymatlari) koordinatalari asosida (boshning har bir lavhasi uchun) tezlikning mos qiymati $\vartheta_{xi} = \Delta X_i \cdot 10$, ($\Delta X_i = X_{i+1} - X_{i-1}$) hisoblanadi va olingan natija 1-jadvalga kiritiladi.

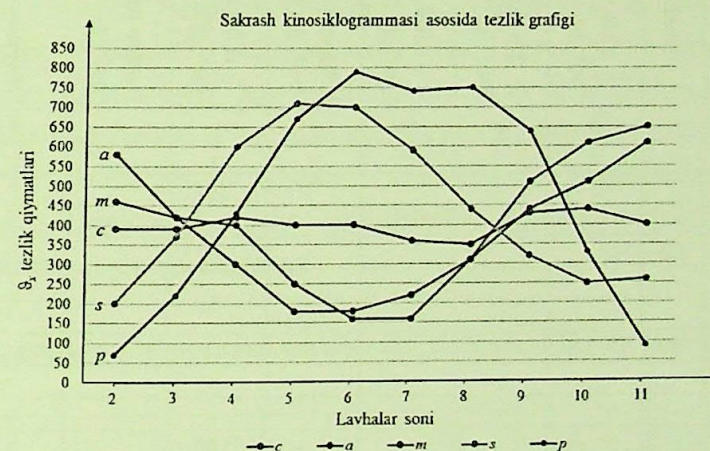
3. 2-amaliy mashg'ulotdagi jadvaldan (sakrash kinosiklogrammasi uchun Y koordinata qiymatlari) koordinatalari asosida (boshning har bir lavhasi uchun) tezlikning mos qiymati $\vartheta_{yi} = \Delta Y_i \cdot 10$, ($\Delta Y_i = Y_{i+1} - Y_{i-1}$) hisoblanadi va olingan natija 2-jadvalga kiritiladi.

4. Xuddi shuningdek, birinchi lavha uchun undan keyingi gavda qismlari: yelka, tirsak va boshqalar (jami 8 ta) uchun ϑ_{xi} va ϑ_{yi} qiymatlari hisoblanib, mos ravishda, 1- va 2-jadvalning mos ustunlariga kiritiladi.

5. Ikkinchi lavha (va boshqa barcha 12 ta lavhalari) uchun 3-, 4-, 5- va 6-bandlarni ketma-ket bajarib chiqing.

6. Millimetrli qog'ozga sakrash kinosiklogrammasi bo'yicha tezlikning (1-jadval) ϑ_x koordinatalari grafigini chizamiz. Buning uchun Y o'qi bo'yicha sportchi tanasi biozvenolarining ϑ_x koordinatalari, X o'qi bo'yicha esa lavhalarining tartib raqami (N) qo'yiladi. Hosil bo'lgan nuqtalar birlashtirilib biozvenoning tezlik grafigi hosil qilinadi. (Boshqa biozvenolar uchun ham xuddi shunday davom ettiriladi).

7. Yuqoridagi singari 2-jadvaldan foydalanib sakrash kinosiklogrammasi bo'yicha tezlikning ϑ_y koordinatalari grafigini millimetrli qog'ozga chizamiz.



Sakrash kinosiklogrammasi asosida

($\vartheta_{xi} = \Delta X_i \cdot 10$ bo'yicha hisoblangan) tezlikning ϑ_x koordinatalari.

1-jadval.

Lavha t/r	ϑ_{xi}	Bosh	Yelka bo'g'imi	Tirsak bo'g'imi	Bilak bo'g'imi	Chanoq-son bo'g'imi	Tizza bo'g'imi	Boldir-panja bo'g'imi	Barmoqlar
		c	b	a	m	f	s	p	d
1.	ϑ_{x1}	—	—	—	—	—	—	—	—
2.	ϑ_{x2}	390							
3.	ϑ_{x3}						370		
4.	ϑ_{x4}								
5.	ϑ_{x5}								
6.	ϑ_{x6}								
7.	ϑ_{x7}	360							
8.	ϑ_{x8}								
9.	ϑ_{x9}								
10.	ϑ_{x10}						250		
11.	ϑ_{x11}	400							
12.	ϑ_{x12}	—	—	—	—	—	—	—	—

Sakrash kinosiklogrammasi asosida

($\vartheta_{yi} = \Delta Y_i \cdot 10$ bo'yicha hisoblangan) tezlikning ϑ_y koordinatalari.

2-jadval.

Lavha t/r	ϑ_{yi}	Bosh	Yelka bo' g' imi	Tirsak bo' g' imi	Bilak bo' g' imi	Chanoq-son bo' g' imi	Tizza bo' g' imi	Boldir-panja bo' g' imi	Barmoqlar
		<i>c</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>f</i>	<i>s</i>	<i>r</i>	<i>d</i>
1	ϑ_{y1}	—	—	—	—	—	—	—	—
2	ϑ_{y2}						30		
3	ϑ_{y3}								
4	ϑ_{y4}	50							
5	ϑ_{y5}								
6	ϑ_{y6}								
7	ϑ_{y7}	-20							
8	ϑ_{y8}								
9	ϑ_{y9}								
10	ϑ_{y10}						-180		
11	ϑ_{y11}	-70							
12	ϑ_{y12}	—	—	—	—	—	—	—	—

2-amaliy ish uchun ishni bajarish tartibi:

1. Yuzasi 350 mm x 250 mm bo'lgan 2 dona millimetrli qog'oz oling.
2. 1-amaliy ishdagi 1-jadvaldan (sakrash kinosiklogrammasi uchun ϑ_x koordinata qiymatlari) ϑ_x qiymatlar asosida (har bir biozvenoning har bir lavhasi uchun) tezlanishning mos qiymati $a_{xi} = (\vartheta_{xi+1} - \vartheta_{xi-1}) \cdot 10$ hisoblanadi va olingan natijalar 3-jadvalga kiritiladi.
3. 1-amaliy ishdagi 2-jadvaldan (sakrash kinosiklogrammasi uchun ϑ_y koordinata qiymatlari) ϑ_y qiymatlar asosida (har bir biozvenoning har bir lavhasi uchun) tezlanishning mos qiymati $a_{yi} = (\vartheta_{yi+1} - \vartheta_{yi-1}) \cdot 10$ hisoblanadi va olingan natija 4-jadvalga kiritiladi.
4. Xuddi shuningdek, birinchi lavha uchun undan keyingi gavda bo'limlari yelka, tirsak va boshqalar (jami 8 ta) uchun a_{xi} va a_{yi} qiymatlari hisoblanib, mos ravishda, 3 - va 4 - jadvalning mos ustunlariga kiritiladi.

5. Ikkinchi lavha (va boshqa barcha 12 ta lavhalari) uchun 2 - 3 - va 4 - bandlarni ketma-ket bajarib chiqing.

6. Millimetrli qog'ozga sakrash kinosiklogrammasi bo'yicha tezlanishning (3-jadval) a_x koordinatalari grafigini chizamiz. Buning uchun Y o'qi bo'yicha sportchi tanasi biozvenolarining a_x koordinatalari, X o'qi bo'yicha esa lavhalarning tartib raqami (N) qo'yiladi. Hosil bo'lgan nuqtalar birlashtirilib biozvenoning tezlanish grafigi hosil qilinadi. (Boshqa biozvenolar uchun ham xuddi shunday davom ettiriladi).

7. Yuqoridagi singari 4-jadvaldan foydalanib sakrash kinosiklogrammasi bo'yicha tezlanishning a_y koordinatalari grafigini millimetrli qog'ozga chizamiz.

Sakrash kinosiklogrammasi asosida tezlanishning a_x koordinatalari.

3-jadval.

Lavha t/r	a_{xi}	Bosh	Yelka bo' g' imi	Tirsak bo' g' imi	Bilak bo' g' imi	Chanoq-son bo' g' imi	Tizza bo' g' imi	Boldir-panja bo' g' imi	Barmoqlar
		<i>c</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>f</i>	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
1	a_{x1}	—	—	—	—	—	—	—	—
2	a_{x2}	—	—	—	—	—	—	—	—
3	a_{x3}								
4	a_{x4}								
5	a_{x5}								
6	a_{x6}								
7	a_{x7}								
8	a_{x8}								
9	a_{x9}								
10	a_{x10}								
11	a_{x11}	—	—	—	—	—	—	—	—
12	a_{x12}	—	—	—	—	—	—	—	—

Sakrash kinosiklogrammasi asosida tezlanishning a_y koordinatalari.

4-jadval.

Lavha t/r	a_{yi}	Bosh	Yelka bo'g'imi	Tirsak bo'g'imi	Bilak bo'g'imi	Chanoq-son bo'g'imi	Tizza bo'g'imi	Boldir-panja bo'g'imi	Barmoqlar
		c	b	a	m	f	s	p	d
1	a_{y1}	—	—	—	—	—	—	—	—
2	a_{y2}	—	—	—	—	—	—	—	—
3	a_{y3}								
4	a_{y4}								
5	a_{y5}								
6	a_{y6}								
7	a_{y7}								
8	a_{y8}								
9	a_{y9}								
10	a_{y10}								
11	a_{y11}	—	—	—	—	—	—	—	—
12	a_{y12}	—	—	—	—	—	—	—	—

Nazorat savollari:

1. Tezlik deb nimaga aytiladi?
2. Mashg'ulot uchun tezlikning formulasi.
3. Siz topgan tezlikning ishorolari nima uchun undayligini tushuntiring?
4. Mashg'ulot davomida tezlik qaysi birliklarida ifodalandi?
5. Tezlanish deb nimaga aytiladi?
6. Tezlanish formulasi va uning o'lchov birligi?
7. Odam harakatida tezlanishning ahamiyati?
8. Amaliy mashg'ulot uchun tezlanishning ishchi formulasi?
9. Atlet tezligini 0,5 s davomida 8,8 m/s dan 9,2 m/s ga o'zgartirgan bo'lsa, uning tezlanishini hisoblab toping?

Adabiyotlar ro'yxati:

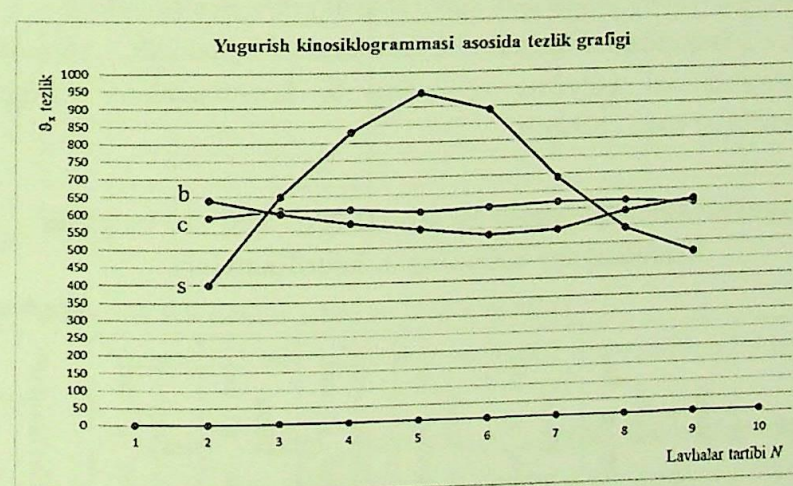
1. Axmedov B.A., Hasanova S.A. "Biomexanikadan praktikum"
2. Allamurotov Sh.I. va boshqalar "Sport biomexanikasi".

Toshkent, 2009

3. Dubrovskiy V.I. va boshqalar "Biomexanika". Moskva, 2008
4. Umarov D.X., Akbarov A., Tangabaev A.A., "Biomexanika" (masalalar yechishga oid qo'llanma), O'zDJTI, Toshkent, 2010.

1.6. Yugurish kinosiklogrammasi asosida tezlik va tezlanish grafigini chizish

Mashg'ulotning maqsadi: Koordinatalar jadvali orqali yugurish kinosiklogrammasi uchun tezlik grafigini chizish.



1-amaliy ish uchun ishni bajarish tartibi:

8. Yuzasi 350 mm x 250 mm bo'lgan millimetrli qog'oz oling.
9. 4-amaliy mashg'ulotdagi jadvaldan (yugurish kinosiklogrammasi uchun X koordinata qiymatlari) koordinatlari asosida (boshning har bir lavhasi uchun) tezlikning mos qiymati $v_{xi} = \Delta X_i \cdot 10$ ($\Delta X_i = X_{i+1} - X_{i-1}$) hisoblanadi va olingan natija 1-jadvalga kiritiladi.
1. 4-amaliy mashg'ulotdagi jadvaldan (yugurish kinosiklogrammasi uchun Y koordinata qiymatlari) koordinatlari asosida (boshning har bir lavhasi uchun) tezlikning mos qiymati $v_{yi} = \Delta Y_i \cdot 10$ ($\Delta Y_i = Y_{i+1} - Y_{i-1}$) hisoblanadi va olingan natija 2-jadvalga kiritiladi.

2. Xuddi shuningdek, birinchi lavha uchun undan keyingi gavda qismlari: yelka, tirsak va boshqalar (jami 8 ta) uchun ϑ_{xi} va ϑ_{yi} qiymatlari hisoblanib, mos ravishda, 1- va 2-jadvalning mos ustunlariga kiritiladi.

3. Ikkinchi lavha (va boshqa barcha 10 ta lavhalari) uchun 3-, 4-, 5- va 6-bandlarni ketma-ket bajarib chiqing.

4. Millimetrli qog'ozga yugurish kinosiklogrammasi bo'yicha tezlikning (1-jadval) ϑ_x koordinatalari grafigini chizamiz. Buning uchun Y o'qi bo'yicha sportchi tanasi biozvenolarining ϑ_x koordinatalari, X o'qi bo'yicha esa lavhalarining tartib raqami (N) qo'yiladi. Hosil bo'lgan nuqtalar birlashtirilib biozvenoning tezlik grafigi hosil qilinadi. (Boshqa biozvenolar uchun ham xuddi shunday davom ettiriladi).

5. Yuqoridagi singari 2-jadvaldan foydalanib yugurish kinosiklogrammasi bo'yicha tezlikning ϑ_y koordinatalari grafigini millimetrli qog'ozga chizamiz.

Yugurish kinosiklogrammasi asosida ($\vartheta_{xi} = \Delta X_i \cdot 10$ bo'yicha hisoblangan) tezlikning ϑ_x koordinatalari.

1-jadval.

Lavha t/r	ϑ_{xi}	Bosh	Yelka bo'g'imi	Tirsak bo'g'imi	Bilak bo'g'imi	Chanoq-son bo'g'imi	Tizza bo'g'imi	Boldir-panja bo'g'imi	Barmoqlar
		c	b	a	m	f	s	p	d
13.	ϑ_{x1}	—	—	—	—	—	—	—	—
14.	ϑ_{x2}								
15.	ϑ_{x3}								
16.	ϑ_{x4}	610							
17.	ϑ_{x5}								
18.	ϑ_{x6}								
19.	ϑ_{x7}								
20.	ϑ_{x8}						890		
21.	ϑ_{x9}		620						
22.	ϑ_{x10}	—	—	—	—	—	—	—	—

Yugurish kinosiklogrammasi asosida

($\vartheta_{yi} = \Delta Y_i \cdot 10$ bo'yicha hisoblangan) tezlikning ϑ_y koordinatalari

2-jadval.

Lavha t/r	ϑ_{yi}	Bosh	Yelka bo'g'imi	Tirsak bo'g'imi	Bilak bo'g'imi	Chanoq-son bo'g'imi	Tizza bo'g'imi	Boldir-panja bo'g'imi	Barmoqlar
		c	b	a	m	f	s	r	d
1	ϑ_{y1}	—	—	—	—	—	—	—	—
2	ϑ_{y2}	30							
3	ϑ_{y3}								
4	ϑ_{y4}	-20							
5	ϑ_{y5}	-60							
6	ϑ_{y6}						210		
7	ϑ_{y7}		50						
8	ϑ_{y8}								
9	ϑ_{y9}								
10	ϑ_{y10}	—	—	—	—	—	—	—	—

2-amaliy ish uchun ishni bajarish tartibi:

8. Yuzasi 350 mm x 250 mm bo'lgan 2 dona millimetrli qog'oz oling.

9. 1-amaliy ishdagi 1-jadvaldan (yugurish kinosiklogrammasi uchun ϑ_x koordinata qiymatlari) ϑ_x qiymatlar asosida (har bir biozvenoning har bir lavhasi uchun) tezlanishning mos qiymati $a_{xi} = (\vartheta_{xi+1} - \vartheta_{xi-1}) \cdot 10$ hisoblanadi va olingan natijalar 3-jadvalga kiritiladi.

10. 1-amaliy ishdagi 2-jadvaldan (yugurish kinosiklogrammasi uchun ϑ_y koordinata qiymatlari) ϑ_y qiymatlar asosida (har bir biozvenoning har bir lavhasi uchun) tezlanishning mos qiymati $a_{yi} = (\vartheta_{yi+1} - \vartheta_{yi-1}) \cdot 10$ hisoblanadi va olingan natija 4-jadvalga kiritiladi.

11. Xuddi shuningdek, birinchi lavha uchun undan keyingi gavda bo'limlari yelka, tirsak va boshqalar (jami 8 ta) uchun a_{xi} va a_{yi} qiymatlari hisoblanib, mos ravishda, 3- va 4-jadvalning mos ustunlariga kiritiladi.

12. Ikkinchi lavha (va boshqa barcha 10 ta lavhalari) uchun 2 - , 3 - va 4 - bandlarni ketma-ket bajarib chiqing.

13. Millimetrli qog'ozga yugurish kinosiklogrammasi bo'yicha tezlanishning (3-jadval) a_x koordinatalari grafigini chizamiz. Buning uchun Y o'qi bo'yicha sportchi tanasi biozvenolarining a_x koordinatalari, X o'qi bo'yicha esa lavhalarining tartib raqami (N) qo'yiladi. Hosil bo'lgan nuqtalar birlashtirilib biozvenoning tezlanish grafigi hosil qilinadi. (Boshqa biozvenolar uchun ham xuddi shunday davom ettiriladi).

14. Yuqoridagi singari 4-jadvaldan foydalanib yugurish kinosiklogrammasi bo'yicha tezlanishning a_y koordinatalari grafigini millimetrli qog'ozga chizamiz.

Yugurish kinosiklogrammasi asosida tezlanishning a_x koordinatalari

3-jadval.

Lavha t/r	a_{xi}	Bosh	Yelka bo'g'imi	Tirsak bo'g'imi	Bilak bo'g'imi	Chanoq-son bo'g'imi	Tizza bo'g'imi	Boldir-panja bo'g'imi	Barmoqlar
		c	b	a	m	f	s	p	d
1	a_{x1}	-	-	-	-	-	-	-	-
2	a_{x2}	-	-	-	-	-	-	-	-
3	a_{x3}	-	-	-	-	-	-	-	-
4	a_{x4}	-	-	-	-	-	-	-	-
5	a_{x5}	-	-	-	-	-	-	-	-
6	a_{x6}	-	-	-	-	-	-	-	-
7	a_{x7}	-	-	-	-	-	-	-	-
8	a_{x8}	-	-	-	-	-	-	-	-
9	a_{x9}	-	-	-	-	-	-	-	-
10	a_{x10}	-	-	-	-	-	-	-	-

Yugurish kinosiklogrammasi asosida tezlanishning a_y koordinatalari.

4-jadval.

Lavha t/r	a_{yi}	Bosh	Yelka bo'g'imi	Tirsak bo'g'imi	Bilak bo'g'imi	Chanoq-son bo'g'imi	Tizza bo'g'imi	Boldir-panja bo'g'imi	Barmoqlar
		c	b	a	m	f	s	p	d
1	a_{y1}	-	-	-	-	-	-	-	-
2	a_{y2}	-	-	-	-	-	-	-	-
3	a_{y3}	-	-	-	-	-	-	-	-
4	a_{y4}	-	-	-	-	-	-	-	-
5	a_{y5}	-	-	-	-	-	-	-	-
6	a_{y6}	-	-	-	-	-	-	-	-
7	a_{y7}	-	-	-	-	-	-	-	-
8	a_{y8}	-	-	-	-	-	-	-	-
9	a_{y9}	-	-	-	-	-	-	-	-
10	a_{y10}	-	-	-	-	-	-	-	-

Nazorat savollari:

10. Tezlik deb nimaga aytiladi?
11. Mashg'ulot uchun tezlikning formulasi.
12. Siz topgan tezlikning ishorolari nima uchun undayligini tushuntiring?
13. Mashg'ulot davomida tezlik qaysi birliklarida ifodalandi?
14. Amaliy mashg'ulot uchun tezlanishning ishchi formulasi?
15. Atlet tezligini 0,5 s davomida 7,5 m/s dan 9,5 m/s ga o'zgartirgan bo'lsa, uning tezlanishini hisoblab toping?
16. Yugurish kinosiklogrammasi orqali chizilgan tezlanish grafigidan nimalarni o'rganish mumkin?
17. Yugurish mashqida qanday harakatlar hosil bo'ladi?

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Axmedov B.A., Hasanova S.A. "Biomexanikadan praktikum"
2. Allamurotov Sh.I. va boshqalar "Sport biomexanikasi". Toshkent, 2009
3. Dubrovskiy V.I. va boshqalar "Biomexanika". Moskva, 2008
4. Umarov D.X., Akbarov A., Tangabaev A.A., "Biomexanika" (masalalar yechishga oid qo'llanma), O'zDJTI, Toshkent, 2010.

1.7. Odam kinestetik sezgisini (kuch bo'yicha) panja dinamometri yordamida aniqlash

Mashg'ulotning maqsadi: panja dinamometri yordamida muskul kuchining sezgirligi bo'yicha insonning kinestetik sezgirligini aniqlashni o'rganish va sportchining muskul sezgirligini baholash bo'yicha amaliy ko'nikmalarni shakllantirish.

Topshiriqlar:

1. Insonning kinestetik sezgirligi to'g'risida asosiy tushunchalar va iboralarni o'rganish.
2. Ishni bajarish tartibi bilan tanishib chiqish.
3. Talabalar orasidan ikki kishini tanlab olish va ular bilan birgalikda panja dinamometri ko'rsatkichlari aniqligini tekshirish.
4. O'lchash natijalari qayd etiladigan jadvalni tayyorlash (jadvalga qarang).
5. Ishtirokchilar panjasi siqilish kuchini besh karra takrorlash bilan o'lchash.
6. Har bir ishtirokchining mos rejimda (vizual nazorat bo'lganda va vizual nazorat bo'lmaganda) aniqlangan panja siqilish kuchi qiymatining o'rtacha arifmetik qiymatini aniqlash.
7. Har bir ishtirokchi uchun alohida vizual nazorat bo'lgan va vizual nazorat bo'lmagan hollarda qayd etilgan panja siqilish kuchlari o'rtasidagi farqni hisoblash.
8. Xulosalar chiqarish.

Nazariy qism.

Odatda, biz muskul sezgirligi to'g'risida o'ylab ham ko'rmaymiz. Shu bilan birga, usiz qoshiqdagi ovqatni biz, hatto, og'izga to'g'ri olib borishni, yozishni ham amallay olmagan bo'lardik yoki pianinochilar usiz umuman hech ish qila olmagan bo'lar edi. Ko'zni yumgan holatda, har bir inson, xatosiz va aniq hozirgi paytda o'ng qo'lining ko'rsatkich barmog'i qanday vaziyatda va qayerda ekanligini aytib berishi, ushbu barmoq bilan burunning uchiga tegishi mumkin. Insonda o'z gavdasi va uning zvenolari

ustidan bunday nazorat jarayonini proprioretseptorlar ta'minlaydilar; ular - muskul sezgirligi organlari hisoblanadi.

«Proprios» so'zi lotinchadan tarjima qilinganda «shaxsiy» ma'nosini anglatadi. Retseptor - bu katak bo'lib, u tashqi dunyodan signallarni qabul qiladi va ularni fiziologik uyg'onishga aylantiradi. Propriotseptiv sezgilar insonga ma'lum bir jism qismlarining tinch holatdagi vaziyatini hamda amalga oshirilayotgan harakatlar paytida ularning holatini o'zgarishiga oid ma'lumotlarni qabul qilish imkoniyatini beradi.

Propriotseptorlardan kelib tushadigan ma'lumotlar insonga doimo o'z qaddi-qomatini va ixtiyoriy harakatlar aniqligini nazorat qilish, tashqi qarshilikka qarshi kurashishda, masalan yukni ko'tarishda yoki siljitishda, muskullar qisqarish kuchi miqdorini me'yorlash imkonini beradi. Proksimal muskullarning burchakli holati o'zgarishini qabul qilish chegarasi distal muskullarnikiga nisbatan: yyelka muskullarida 0,2-0,4 gradusga va qo'llar barmoqlari muskullarida taxminan 1 gradusga past.

Harakatlarning burchak tezligi ortib borishi bilan mazkur chegara ham ortadi; shu munosabat bilan bajarilayotgan harakatlarning aniqligi pasayadi. Insonning ixtiyoriy muskul qisqarishlari kuchini differensiallash qobiliyati Veber-Fexner qonuniga bo'ysunadi. Bu qobiliyat ishni bajarish uchun zarur bo'ladigan eng kichik va eng katta muskul zo'riqishlarida kamayadi.

Sog'lom inson ongli holatda o'z barmoqlarining holatini va harakatlarini sezishi mumkin. Shu bilan birga, xususiy (muskul) va tashqi (passiv) harakatni sezish qobiliyatlari deyarli teng (masalan, yyelka burchak o'zgarishini 0,5° ga oshiradi). Odam, shuningdek, o'zining harakatiga o'zi, xususan buyumning vazni, ko'rsatayotgan qarshilikni yetarli darajada aniq (solishtirganda xatolik 10 % dan oshmagan holda) qayd etishi mumkin.

Keyingi yillarda fiziologlar aynan propriotseptorlarga katta qiziqish bilan qaramoqdalar. Muskul urchuqlarining (urchuq - ip yigirish qurilmasi) ishi o'ylaganidan ham ancha murakkab bo'lib chiqdi. Asab tizimi faoliyatining ko'pgina muhim muammolari ularning misolida, xususan to'g'ri va teskari aloqalar muammosi, o'rganiladi.

Fiziologlar tili bilan gaplashishlarda kibernetika yoki informatsiya nazariyasidan olingan iboralar yildan yilga tobora ortib bormoqda.

Bu hol tasodifiy emas, chunki dunyoda inson ongidan ham mukammalroq kibernetik qurilma mavjud emas. Haqiqatan ham, ong buyruq beradi; masalan muskullarga, asab impulslerini yuboradi va ular buning natijasida qisqaradi - qo'llar yoki oyoqlar harakatga keladi. Bu biokibernetik ma'noda to'g'ri aloqa. O'z navbatida, muskullar doimiy ravishda asab impulsleri kodi yordamida ongga o'z holatlari haqida «xabar beradilar». Bu endi teskari aloqa bo'ladi.

Muskullarning mexanik qisqarishida ushbu urchuqlarda asab impulsleri paydo bo'ladi. Asab to'qimalari orqali impulsler yelka miyasiga, keyin esa bosh miyaga tomon «yuguradilar». Ushbu asab to'qimalari - organizmdagi eng yo'g'on to'qimalardan hisoblanadi. Aniqlanishiga ko'ra, to'qima qanchalik yo'g'on bo'lsa, u orqali impulsler shunchalik tez uzatilar ekan.

Shuning uchun mazkur to'qimalar orqali propriotseptorlardan miyaga tomon impulsleri tarqalish tezligi juda katta bo'lib, uning son qiymati 100 m/s gacha yetadi, ya'ni taxminan 360 km/soat ga teng. Muskel sezirligi insonga o'zining har bir muskulini, yerda mustahkam turgan butun gavdasini sezish imkoniyatini beradi.

Musku sezgirliqi turlari.

Proprioretsepsiya tufayli inson tayanch harakatlanish apparati mushaklari holatini, harakatining yo'nalishi va tezligini hamda musku kuchini sezishi mumkin.

Holatni sezishi – har bir mushakning va ularning yig'indisi sifatida butun gavdaning holati va vaziyati qanday burchak ostida joylashganligini sezish qobiliyati.

Vaziyatni sezishi – uglomer (burchakni o'lcaydigan qurilma) yordamida o'rganiladi. Sportchi dastlabki vaziyatda tik turgan holatda qo'lini yon tomonga ko'taradi va uni 90° li burchak ostida egadi, keyin burchak aniqlanguncha ko'z qiri bilan harakatni nazorat qilib tirsak bo'g'inini takror egadi. Odatda, quyidagi uchta vaziyat: o'tkir (90° dan kichik), to'g'ri (90°) va o'tmas (90° dan katta) burchak tanlanadi.

Keyin ushbu test 6 – 8 marta, faqat ko'z qiri bilan nazorat qilmagan holatda, takrorlanadi. Xatoligi 10⁰ dan ortmaydigan propriotseptiv sezgirlik normal hisoblanadi. Agar xatolik ushbu qiymatdan katta bo'lsa, propriotseptiv sezgirlik past deb baholanadi. Mazkur test gavdaning turli qismlari vaziyatini ko'z qiri bilan nazorat qilmasdan qayd etish zarur bo'lgan akrobatikada, sport gimnastikasida, suvga sakrashda, figurali uchishda, batutda sakrashda va boshqalarda qo'llanadi.

Harakat sezgirliqi – bu muskullarning harakati yo'nalishi va tezligi to'g'risida ma'lumot (informatsiya). Inson muskulning qisqarishi natijasidagi faol harakatni ham, tashqi sabablar vujudga keltiradigan passiv harakatni ham qabul qiladi. Qabul qilish chegarasi muskullarning egilish burchagi o'zgarish amplitudasiga va tezligiga bog'liq bo'ladi.

Harakatlanish (musku-mushakli) analizator markaziy asab tizimiga organizmning harakatda ishtirok etayotgan (miyaning katta yarimsharlarida harakatlanish sohasi mavjud) hamma tashkiliy qismlarini harakatning har bir momentidagi holati va kuchlanishiga oid signal yuborib turadi.

Faol jismoniy tarbiya mashqlari bilan muntazam shug'ullanganda bosh miya qobig'i o'zining faoliyati plastikligi sababli funksional o'zgarishlarga ta'sir ko'rsatadi. Bunday ta'sir mobaynida ularning faoliyati koordinatsiyalanadi: mashqni bajarish buyrug'i va uning bajarilishini ko'rsatilishi eshitish va ko'rish analizatorlari tomonidan qabul qilinadi; bu uyg'onish kinestezik (harakatlanish) kataklariga o'tadi va u talab qilingan harakatni chaqiradi.

Berilgan harakatlarni takrorlash aniqligini fazoda aniqlashda kinematometrda foydalaniladi. Harakatlanish analizatori uning turli zvenolarining faoliyati bilan bog'liq. Harakatlanish analizatorining funksional holatini baholash uchun propriotseptiv sezgirliqi tadqiq qilinadi. Kinematometrda foydalanib berilgan harakatlarni fazoda qayta takrorlash aniqligi aniqlanadi. Tadqiqot quyidagidan iborat: sportchi barmoqlari holatini kinematometr mahkamlangan ma'lum burchakkacha o'zgartiradi, keyin 10 sekunddan so'ng avval vizual kuzatish bilan, keyin kuzatmasdan (ko'zlarni yumgan holatda) mazkur harakat takrorlanadi.

Qayta takrorlash aniqligi trenirovkaga bog'liq. Harakatlanish analizatori akrobatika, suvga sakrash, sport gimnastikasi, batutda sakrash, chang'ida sakrash singari va boshqa sport turlarida katta rol o'ynaydi.

Kuch sezgirligi – bu harakatlanish yoki bo'g'inni ma'lum holatda ushlab turish uchun ta'sir ko'rsatadigan muskul kuchlanishini baholash qobiliyati.

Kinestetik sezgirlik (kuch sezgirligi) panja dinamometri yordamida tadqiq qilinadi. Avval maksimal kuch aniqlanadi. Keyin sportchi dinamometrqa qaragan holda 3-4 marta siqish maksimal kuchlanishining 50 % iga teng bo'lgan kuchlanish bilan siqadi. Undan keyin mazkur kuchlanish ko'z bilan kuzatmagan holatda 3-5 marta takrorlanadi (takrorlashlar orasidagi tanaffus – 30 s.).

Kuchning sezgirligi panjaning siqish kuchi haqiqiy kattaligidan berilgan qiymatini og'ish kattaligi orqali (% larda) aniqlanadi va baholanadi. Agar panjaning siqish kuchi haqiqiy va berilgan kattaligi o'rtasidagi farq 20 % dan ortmasa, kinestetik sezgirlik (kuch sezgirligi) – muskul kuchlanishini aniqlash qobiliyati normal deb baholanadi.

Ishni bajarish tartibi.

1. Ishni boshlashdan oldin nazariy qismini diqqat-e'tibor bilan o'rganing hamda insonning kinestetik sezgirligi to'g'risidagi asosiy tushunchalar va iboralarning mazmun-mohiyatini o'zlashtiring. O'lchash natijalarini kiritish uchun jadvalni tayyorlang (jadvalga qarang).

Talabalar orasidan ishchi guruhi tuzish va dinamometr yordamida panja siqish kuchini o'lchash uchun ikki talabani tanlab olish. Panja dinamometrining yaroqliligini va ko'rsatishlari aniqligini tekshirish. Dinamometr yordamida turli rejimlarda: vizual nazorat bilan va usiz beshkarrali takrorlash bilan ishtirokchilarning panja siqish kuchini o'lchash. Panja dinamometri ko'rsatkichlarini jadvalga kiriting.

2. quyidagi formula bo'yicha sportchining panjasi siqish maksimal kuchining o'rtacha arifmetik qiymatini aniqlang:

$$\overline{F_m} = \frac{1}{5} \cdot (F_{m1} + F_{m2} + F_{m3} + F_{m4} + F_{m5}).$$

3. Vizual nazorat ostida panja maksimal siqish kuchi 50 % ini 5 marta o'lchash natijalarining o'rtacha arifmetik qiymatini aniqlang:

$$\overline{F_k} = \frac{1}{5} \cdot (F_{k1} + F_{k2} + F_{k3} + F_{k4} + F_{k5}).$$

4. Vizual nazoratsiz panja maksimal siqish kuchi 50 % ini 5 marta o'lchash natijalarining o'rtacha arifmetik qiymatini aniqlang:

$$\overline{F_o} = \frac{1}{5} \cdot (F_{o1} + F_{o2} + F_{o3} + F_{o4} + F_{o5}).$$

5. Sportchi panja siqilishining berilgan va haqiqiy kuchlanishi o'rtasidagi foizlarda ifodalangan farqni quyidagi formula orqali hisoblang:

$$\delta = \frac{|\overline{F_k} - \overline{F_o}|}{\overline{F_k}} \cdot 100\%,$$

bu yerda

δ - sportchi panja kuchlanishining berilgan va haqiqiy qiymatlari o'rtasidagi farqi bo'lib, u foizlarda ifodalanadi,

$|\overline{F_k} - \overline{F_o}|$ - sportchi panja kuchlanishining berilgan va haqiqiy qiymatlari o'rtasidagi farq moduli.

Agar $\delta < 20$ % bo'lsa, sportchining muskul kuchlanishi normal deb aniqlanadi. $\delta > 20$ % bo'lganda esa sportchi muskul kuchlanishi normaga mos kelmasligi aniqlangan bo'ladi.

Hisoblash ishlari natijalari asosida har bir ishtirokchining kinestetik sezgirligi (kuch sezgirligi) holatini sifat jihatdan baholang.

Panja dinamometri yordamida sportchi panja siqilish kuchini o'lchash natijalari.

Jadval.

T.r.	Panja dinamometri yordamida panja siqilish kuchini o'lchash rejimi		
	Vizual nazorat		Vizual nazoratsiz
	Panja siqilish maksimal kuchi, N	Panja siqilish maksimal kuchining 50 % i, N	Panja siqilish maksimal kuchining 50 % i, N
1			
2			
3			
4			
5			
o'rtacha arifmetik qiymati			

Nazorat savollari:

1. Insonning kinestetik sezgirlikini va unga oid asosiy iboralarning mazmun-mohiyatini qanday tushunasiz?
2. Sportchining kinestetik sezgirlikni aniqlash nima uchun amalga oshirilishini izohlab bering.
3. Sportchining kinestetik sezgirlikini baholashda panja siqilish kuchini o'lchash qanday va qaysi qurilma bilan amalga oshiriladi?
4. Sportchining kinestetik sezgirlik (kuch sezgirlik) qanday baholanadi?

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Akbarov A. Sport biomexanikasidan praktikum – Toshkent: O'zkitob savdo nashriyoti, 2020. – 194 b.
2. Umarov D.X., Akbarov A., Tangabaev A.A., Biomexanika (masalalar yechishga oid qo'llanma), - Toshkent: O'zDJTI, 2010. – 58 b.

3. Axmedov B.A. Biomexanikadan amaliy mashg'ulot – Toshkent: O'zbekiston Davlat jismoniy tarbiya institutining nashriyot bo'limi, 1993. – 107 b.

4. Axmedov B.A., Hasanova S.A. Biomexanikadan praktikum (Kinematika va dinamika) – Toshkent: Meditsina, 1986. – 130 b.

5. Vafoev B.R., Cho'lliyev S.I., Yusupova Z.X. Sport biomexanikasi. Darslik – Toshkent: O'zkitob savdo nashriyoti. 2021. – 348 b.

6. Umarov D.X. Biomexanika. Darslik – Toshkent: Sano-standart, 2017. – 388 b.

7. Peter M., McGinnis. Fundamental Biomechanics of Sport and Exercise. – State University of New York, College at Cortland, 2013. – 460 p.

8. <https://motionanalysis.com> – harakatlar tahlilini ko'rsatuvchi portal.

1.8. Aylanma harakatda burchak tezligini, tezlanishini hisoblash va grafigini qurish

Mashg'ulotning maqsadi: Jismoniy tarbiya va sport faoliyatida aylanma harakatning o'rni va ahamiyati to'g'risida tasavvur hosil qilish, hamda bunday harakatni bajarayotgan sportchining burchak tezligini va burchak tezlanishini hisoblash va grafigini chizish malaka va ko'nikmalarini shakllantirish.

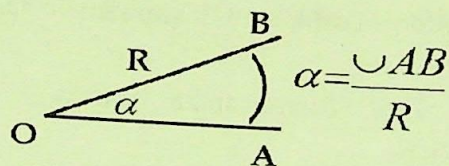
Kerakli vositalar: to'sinda katta aylanish mashqini bajarayotgan sportchi gavdasi harakatining biokinematik sxemasi, millimetrlil qog'oz, chizg'ich, burchak o'lchagich (transportir), sirkul, qalamlar.

1-amaliy ish Aylanma harakat burchak tezligini hisoblash va grafigini qurish.

Nazariy ma'lumotlar

Qo'zg'almas o'qqa nisbatan sportchi tanasining hamma nuqtalari turli radiusdagi aylanalar chizgan holda harakatlansa, bunday harakat aylanma harakat deb aytiladi. Bunda aylanma harakat qilayotgan

sportchining tanasi yoki uning ayrim bioqismlarining burilish burchagi yoki burilish burchagining o'zgarishi o'rganiladi. Burilish burchagining birligi *radian* (qisqacha *rad.*). Matematikada burchak birligi radian sifatida uzunligi radiusga teng bo'lgan yoyga (aylanma yoyiga) tiriluvchi markaziy burchak qabul qilingan.



AOB burchak berilgan va markazi O nuqdada bo'lgan R radiusli aylana bu burchak tomonlarini A va B nuqtalarda kesib o'tgan bo'lsa, u holda markazi O nuqdada bo'lgan R radiusli aylananing AB yoy uzunligining radiusga nisbatiga teng bo'lgan son burchakni radian o'lchovi deb aytiladi.

$$1 \text{ rad} \approx 57,3^\circ = 57^\circ 17' 44''.$$

$$1^\circ = 0,0175 \text{ rad}.$$

Aylanma harakat qilayotgan sportchi tanasining burilish burchagi φ ni shu burilish uchun ketgan vaqt t ga nisbati bilan o'lchanadigan kattalik burchak tezlik deb aytiladi, ω bilan belgilanadi va quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} \quad (1)$$

Sport amaliyotida, odatda, aylanma harakat qilayotgan sportchi tanasining aylanish tezligi minutdagi aylanishlar soni orqali ifodalanadi. Bunda burchak tezlik ω bilan aylanishlar chastotasi ν orasidagi bog'lanish quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot \nu \quad (2)$$

Aylanma harakat qilayotgan sportchi gavdasining burchak tezligi gavdaning ikkita qo'shni holatlari orasidagi burilish burchagi ayirmasi

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 \quad (3)$$

ni shu burilish uchun ketgan vaqt t ga bo'lish yo'li bilan aniqlash mumkin, ya'ni:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{t} \quad (4)$$

Oldingi amaliy mashg'ulotlarimizdan (sakrash kinotsiklogrammasi bo'yicha tezlik grafigini chizish va boshqalarda)

$$t = \frac{\beta}{\gamma} \quad (5)$$

ekanligi ma'lum. Bu yerda γ - biokinematik sxemasi tuzilgan sportchining katta aylanishini rasmga olish chastotasi, β - sportchi tanasi yoki bioqismi o'rganilayotgan oraliqlar soni.

(5) formulani (4) formulaga qo'yib quyidagini hosil qilamiz:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi \cdot \gamma \cdot 0,0175}{\beta} = \Delta\varphi \cdot k \cdot \frac{\text{rad}}{s} \quad (6)$$

Aylanayotgan tanada yoki bioqismda olingan nuqta o'tgan yo'lining shu yo'lni o'tish uchun sarflangan vaqtga nisbati (yoki nuqtani vaqt birligida o'tgan yo'li) bilan o'lchanadigan kattalik chiziqli tezlik deb aytiladi. Chiziqli tezlikning kattaligi aylanayotgan nuqtaning aylanish markazidan uzoqligiga - radiusga to'g'ri proporsional bo'lib, aylanish

radiusi qancha katta bo'lsa, chiziqli tezlik ham shunchalik katta qiymatga ega bo'ladi.

Ma'lum burchak tezlik ω bilan yakkacho'pda katta aylana mashqini bajarayotgan sportchi tanasi yoki bioqismining chiziqli tezligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$v = \omega \cdot R \quad (7).$$

Ishni bajarish tartibi.

1. Yakkacho'pda katta aylanish mashqini bajarayotgan sportchi harakatlarini sekundiga 24 lavha o'tkazib rasmga olamiz.

2. Kinoplyonka asosida aylanayotgan sportchining kinosiklogrammasini millimetrli qog'ozga chizamiz.

3. Hisob boshi sifatida yakkacho'p ustuni chizig'idan o'tkazilgan to'g'ri chiziqni olamiz. Yakkacho'pda katta aylana mashqini bajarayotgan sportchi soat mili bo'yicha harakat qilmoqda deb qabul qilamiz.

4. Sportchi tanasining φ aylanish burchaklarini hisob boshi chizig'iga nisbatan aniqlaymiz, uni transportir yordamida o'lchaymiz.

5. Sportchi tanasi burchak tezligini (ikkinchi lavhasi uchun) aniqlash maqsadida (xuddi sakrash va yugurish kinosiklogrammasi asosida tezlikni aniqlaganimiz singari) kinosiklogrammaning uchinchi lavhasi uchun berilgan qiymatidan birinchi lavha uchun berilgan qiymatni ayiramiz, ya'ni

$$\omega = \varphi_3 - \varphi_1.$$

Hosil bo'lgan natijani 1 – jadvalning burchak tezligi ω ni topish ustunining ikkinchi lavhasi to'g'risiga yozamiz.

6. Qolgan barcha lavhalar uchun ω burchak tezlikni quyidagi

$$\omega_i = \varphi_{i+1} - \varphi_{i-1}$$

formula bo'yicha hisoblaymiz. Bu yerda i - lavha tartib raqami bo'lib, u (1 – jadvaldagi ma'lumotlarga mos holda) $i = 2, 3, 4, \dots, 24$ qiymatlarni qabul qiladi. Olingan burchak tezlik qiymatlarini 1 – jadvalning tegishli ustun va lavhalar to'g'risiga yozamiz va shu bilan jadval to'ldiriladi.

7. 1 – jadvalda keltirilgan yakkacho'pda katta aylanish mashqini bajarayotgan sportchining aylanish burchaklari qiymatlari *gardus* larda va burchak tezliklari esa *rad/s* da ifodalangan.

8. 1 – jadval ma'lumotlari asosida burchak tezligining aylanma chizmasini chizish uchun millimetrli qog'ozga lavhalar chizig'i hisoblangan φ burchakning son qiymatlarini transportir yordamida belgilab chizamiz.

9. Burchak tezligining aylanma chizmasini chizish uchun *gardus* koordinatalari belgilangan radiuslar bo'ylab burchak tezligining 1 – jadvalda keltirilgan son qiymatlarini qo'yib chiqamiz (bunda 1 *rad/s* burchakni 2 *sm* ga teng deb olish tavsiya etiladi).

10. Radiuslarda burchak tezlik hosil bo'lgan nuqtalarni birlashtirib, natijada burchak tezligining aylanma chizmasini hosil qilamiz.

11. Hosil qilingan chizma yakkacho'pda katta aylanish mashqini bajarayotgan sportchining burchak tezligi bo'yicha o'tgan yo'ldir.

12. Hosil bo'lgan burchak tezligining aylanma chizmasiga qarab yakkacho'pda katta aylanish mashqini bajarayotgan sportchining burchak tezligi va uning o'zgarishi o'rganiladi.

Aylanma harakatning burchak tezligini aniqlash

1-jadval

Lavha t/r	Burilish burchagi, φ	Burchak tezligi, ω	Lavha t/r	Burilish burchagi, φ	Burchak tezligi, ω
1.	3	-	13	166	-
2.	11		14	189	
3.	17		15	210	
4.	27		16	228	
5.	33		17	250	

Lavha t/r	Burilish burchagi, φ	Burchak tezligi, ω	Lavha t/r	Burilish burchagi, φ	Burchak tezligi, ω
6.	46		18	272	
7.	56		19	290	
8.	72		20	307	
9.	86		21	322	
10.	105		22	333	
11.	122		23	345	
12.	144		24	356	
			25	356	-

2-amaliy ish Aylanma harakat burchak tezlanishini hisoblash va grafigini qurish.

Nazariy ma'lumotlar

Aylanma harakat qilayotgan sportchining tanasi yoki uni ayrim bioqismlarining asosiy va muhim xarakteristikalaridan biri burchak tezlanishidir. O'zgaruvchan burchak tezligi bilan harakatlanayotgan sportchi tanasi burchak tezligi o'zgarishining shu o'zgarish sodir bo'lishi uchun ketgan vaqtga nisbati bilan ifodalanadigan kattalik burchak tezlanish deb aytiladi, ε bilan belgilanadi va quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$\varepsilon = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t} \quad (1)$$

Bu yerda ω_1 - aylanma harakat qilayotgan sportchi tanasining o'lchash boshlangan paytdagi burchak tezligi, ω_2 - o'lchash oxiridagi burchak tezligi, t - vaqt.

Agar aylanma harakat qilayotgan sportchi tanasi yoki uning bioqismlari o'zgarmas burchak tezligi bilan harakat qilsa, ularning chiziqli tezliklari ham o'zgarmas bo'ladi. U holda sportchi tanasi yoki uning bioqismlari nuqtalariga o'tkazilgan urinmalar chiziqli tezlikni ko'rsatib, ularning faqat yo'nalishlariga o'zgaradi xolos.

Harakat yo'nalishi bunday o'zgarishining o'ziga xos ko'rsatkichlaridan biri markazga intilma tezlanish a_n (normal tezlanish) bo'lib, u aylanma harakat qilayotgan sportchi tanasining burchak tezligi kvadrati va aylanish radiusiga to'g'ri proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$a_n = \omega^2 \cdot R \quad (2)$$

O'zgaruvchan burchak tezligi bilan aylanma harakat qilayotgan sportchi tanasining aylanishida faqat burchak tezligining yo'nalishigina o'zgarib qolmay, balki uning kattaligi (moduli) ham o'zgaradi. Burchak tezligi kattaligining o'zgarishini tangensial tezlanish a_m xarakterlaydi.

Aylanayotgan tananing tangensial tezlanishi ε - burchak tezlanishi va R - aylanish radiusiga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni

$$a_m = \varepsilon \cdot R \quad (3).$$

Aylanma harakat qilayotgan sportchining umumiy tezlanishi a_n - normal tezlanish va a_m - tangensial tezlanishlarning geometrik yig'indisidan iborat bo'ladi.

$$a = \vec{a}_n + \vec{a}_m \quad (4).$$

Aylanma harakat qilayotgan sportchi tanasining burchak tezligi berilgan biokinematik sxema asosida o'rganilayotganligi sababli burchak tezlanishni ham shu asosda o'rganib (oldingi amaliy mashg'ulotlarga qarang) (1) formulani quyidagicha yozamiz:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\Delta\omega \cdot \gamma}{\beta} \quad (5).$$

Ishni bajarish tartibi.

1. Yakkacho'pda katta aylanish mashqini bajarayotgan sportchi harakatlari uchun burchak tezlanishni aniqlashni misol tariqasida o'rganamiz.

2. yuqorida keltirilgan amaliy topshiriqdagi 1 – jadval asosida quyidagi 2 – jadvalni tuzamiz.

3. 1 – jadvaldagi burchak tezligi son qiymatlari ko'chirib yoziladi va shu asosda burchak tezlanishning son qiymatlari hisoblab topiladi. Buning uchun hisob boshi sifatida yakkacho'p ustuni chizig'idan o'tkazilgan to'g'ri chiziqni olamiz. Yakkacho'pda katta aylana mashqini bajarayotgan sportchi soat mili bo'yicha harakat qilmoqda deb qabul qilamiz.

4. Sportchi tanasi burchak tezlanishini (ikkinchi lavhasi uchun) aniqlash maqsadida (xuddi sakrash va yugurish kinosiklogrammasi asosida tezlikni hamda aylanma harakat uchun burchak tezlikni aniqlaganimiz singari) kinosiklogrammaning uchinchi lavhasi uchun berilgan ω ni qiymatidan birinchi lavha uchun berilgan ω qiymatini ayiramiz va (5) formula asosida ikkinchi lavhasi uchun burchak tezlanishni hisoblab, natijani 2 – jadvalning tegishli ustunining ikkinchi lavhasi to'g'risiga yozamiz.

5. Qolgan barcha lavhalar uchun ε burchak tezlanishni quyidagi

$$\varepsilon_i = \omega_{i+1} - \omega_{i-1}$$

formula bo'yicha hisoblaymiz. Bu yerda i - lavha tartib raqami bo'lib, u (1 – jadvaldagi ma'lumotlarga mos holda) $i = 2, 3, 4, \dots, 24$ qiymatlarni qabul qiladi. Olingan burchak tezlanish qiymatlarini 2 – jadvalning tegishli ustun va lavhalar to'g'risiga yozamiz va shu bilan jadval to'ldiriladi.

6. Yakkacho'pda katta aylanish mashqini bajarayotgan sportchining tezlanishi pastga tushish vaqtida musbat qiymatga, yuqoriga ko'tarilish paytida esa manfiy qiymatga ega bo'lganligi uchun uning chizmasini chizishda aylanish markazi sifatida yakkacho'p o'qi olinadi.

Shu o'qdan o'tadigan ixtiyoriy radiusli aylana uning hisob boshi sifatida nol deb qabul qilinadi.

7. Yakkacho'pda katta aylanish mashqini bajarayotgan sportchi burchak tezlanishining chizmasi lavhalar uchun 2 - jadval ma'lumotlari asosida quriladi.

8. Rasmdagi aylanish radiuslari bo'ylab 2 – jadvalda keltirilgan tezlanishning son qiymatlari 3 – lavhadan boshlab qo'yiladi va nuqtalar hosil qilinadi (bunday chiziqlar aniqroq chiqishlari uchun 1 rad/s^2 burchak tezlanishni 2 sm ga teng deb olish maqsadga muvofiq).

9. Hosil bo'lgan nuqtalarni birlashtirib yakkacho'pda katta aylanish mashqini bajarayotgan sportchining burchak tezlanishi chizmasi hosil qilinadi va shu chizma asosida sportchining aylanma harakati o'rganiladi.

Aylanma harakatning burchak tezlanishni aniqlash

2-jadval.

Lavha t/r	Burilish tezligi, ω	Burchak tezlanishi ε	Lavha t/r	Burilish tezligi, ω	Burchak tezlanishi ε
13.	-	-	13		
14.		-	14		
15.			15		
16.			16		
17.			17		
18.			18		
19.			19		
20.			20		
21.			21		
22.			22		
23.			23		
24.			24		-
			25	-	-

Nazorat savollari:

1. Aylanma harakat deb nimaga aytiladi?
2. Burchak tezlik deb nimaga aytiladi?
3. Burchak tezlanishi deb nimaga aytiladi?

4. Aylanma harakatdagi kattaliklar, ularning o'lchov birliklari va formulalari?

5. Sport faoliyatidagi aylanma harakatlarga misollar keltiring?

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Akbarov A. Sport biomexanikasidan praktikum – Toshkent: O'zkitob savdo nashriyoti, 2020. – 194 b.
2. Umarov D.X., Akbarov A., Tangabaev A.A., Biomexanika (masalalar yechishga oid qo'llanma), - Toshkent: O'zDJTI, 2010. – 58 b.
3. Axmedov B.A. Biomexanikadan amaliy mashg'ulot – Toshkent: O'zbekiston Davlat jismoniy tarbiya institutining nashriyot bo'limi, 1993. – 107 b.
4. Axmedov B.A., Hasanova S.A. Biomexanikadan praktikum (Kinematika va dinamika) – Toshkent: Meditsina, 1986. – 130 b.
5. Vafoev B.R., Cho'liiyev S.I., Yusupova Z.X. Sport biomexanikasi. Darslik – Toshkent: O'zkitob savdo nashriyoti. 2021. – 348 b.
6. Umarov D.X. Biomexanika. Darslik – Toshkent: Sano-standart, 2017. – 388 b.
7. Peter M., McGinnis. Fundamental Biomechanics of Sport and Exercise. – State University of New York, College at Cortland, 2013. – 460 p.
8. <https://motionanalysis.com> – harakatlar tahlilini ko'rsatuvchi portal.

II. BOB. jismoniy mashqlarni biomexanik tadqiq qilishning instrumental usullari

Laboratoriya ishi № 1.1

3.1.Sport harakatini tezkor videosuratga olish

Mashg'ulotning maqsadi: tezkor videosuratga olish asosida jismoniy mashqlarni optik qayd qilish usuchiziq o'zlashtirish.

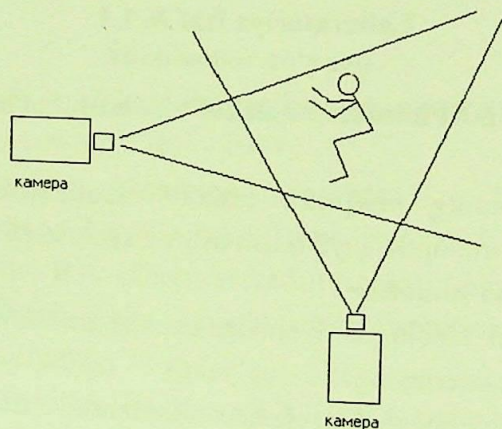
Nazariy ma'lumotlar

Biomexanik tadqiqotlarni amalga oshirish davomida harakatlanish amallarini xarakterlaydigan ob'yektiv tajriba (eksperimental) ma'lumotlarni olish eng muhim element hisoblanadi. Bunday ma'lumotlar turli-tuman usullardan foydalanib ochiziqshi mumkin. Bunga mo'ljallangan eng universal usul asosida harakatlanayotgan ob'yektning (sportchi tanasining) eng minimal vaqt davomiyligi orasidagi turli nuqtalari koordinatalarini aniqlash yotadi. Bular aniqlangandan keyin olingan material asosida harakatlanish amalining deyarli hamma xarakteristiklari, tadqiqotchini qiziqtiradigan nuqtalarning tezligi va tezlanishi kattaliklaridan boshlab to harakatlanish amalining energetik parametrlari kattaliklarigacha, hisoblab topiladi.

Bu yerda, odatda, sport mashqini bajarishni optik qayd qilishning turli variantlaridan foydalaniladi. Bundan yigirma yillar avval kinosuratga olish, fotosuratga olishning siklografik va stroboskopik variantlari sport harakatlarini qayd qilishning klassik usullari hisoblangan. Harakatlanish amallarining murakkab fazoviy variantlarini o'rganishda hozirgina zikr etib o'tilgan usullarning ikki, uch tekislikli yoki stereoskopik variantlari qo'llanishi mumkin (1.1.1-rasm).

Aytib o'tilgan yondashuvlar "qoniqarli" darajadagi aniqlikka ega bo'lganlar, biroq ulardan foydalanish juda katta hajmdagi mehnatni talab qilgan, olingan natijalar esa faqat kino yoki foto materiallarga keyingi

ishlov berish uchun kerak bo'ladigan yetarli darajadagi uzoq vaqtdan keyin qo'lga kiritilganligi bilan noqulaylik tug'dirgan.



3.1-rasm. Ikki tekislikli suratga olishni amalga oshirish sxemasi

Hozirgi vaqtda tajriba (eksperimental) natijalarni olishning zikr etib o'tilgan variantlari raqamli videoyozuv va kompyuter texnologiyalarini rivojlanganligi tufayli ahamiyatga mo'ljallangan darajada ilgari surilgan. Tadqiqotchini qiziqtirgan bunday yondashuvlardan foydalanilganda deyarli haqiqiy (real) vaqt masshtablarida ochiziqshi mumkin. Shuning bilan birga, zamonaviy videokameralar haqiqiy (real) harakatni sekundiga 100000 va undan ham katta chastotali lavhalarga bo'lish imkoniyatini yaratadi.

Harakatlanish amalining biomexanik xarakteristikalarini qayd qilishning optik usullarini amalga oshirganda quyidagi bir qator dastlabki harakatlar bajarilishi kerak.

1. Suratga olish joyini tayyorlash.

Bu jismoniy mashqni bajarishning zonalarini, qayd qilish (yozib olish) qurilmasini (apparaturasini) o'rnatilish joyini, optik o'qni o'rnatish balandligini va yo'nalishini aniqlash ishlarini o'z tarkibiga oladi. Biomexanik tadqiqotni amalga oshirish uchun yozib oluvchi (qayd qiluvchi) kamera, odatda, shtativdan foydalanib optik o'q

sportchining harakatlanish tekisligiga perpendikulyar bo'lishi uchun sportchi tanasining umumiy og'irlik markazi bilan bir xil balandlikda o'rnatiladi.

Bir nechta kameralardan foydalanib suratga olishning fazoviy variantlarida optik o'qlar bir-birlariga nisbatan perpendikulyar joylashtiriladi (ayrim hollarda optik o'qlar suratga olish boshlanishidan oldin belgilab olingan turli burchaklar ostida ham joylashtirilishi mumkin).

Laboratoriya shart-sharoitlarida amalga oshiriladigan suratga olishlarda, sportchining tanasini xarakterli nuqtalari, xususan, bo'g'inlar yaqqol ko'rinadigan maxsus tayyorlangan fonga nisbatan amalga oshirish ham tavsiya qilinadi. Fon sifatida, an'anaviy ravishda, devorga yoki o'itga chizilgan kvadratlardan tashkil topgan to'rdan foydalanib kelinadi. Bunday to'rdan, ko'pchilik hollarda, masshtabni aniqlab olish uchun foydalaniladi. To'r bo'lmagan holda lavhaga masshtabli reyka yoki ma'lum chiziqli o'lchamlar belgilangan buyum o'rnatiladi.

Keyinchalik biomexanik tahlil qilish uchun mo'ljallangan stadionda yoki sport zallarida musobaqa shart-sharoitlarida olinayotgan videoyozuvni amalga oshirishda masshtabni aniqlab olish uchun ulardagi belgilash chiziqlaridan ham foydalanish mumkin.

Ayrim hollarda, suratga olish **harakatdagi** videokamera yordamida amalga oshirilishi mumkin. Bunday hollarda olingan material ma'lumotlarini biomexanik tadqiq qilish uchun kameraning siljishi yoki burilishi tezligining aniq son qiymatini bilish kerak. stadionlarda yoki sport zallarida bunday suratga olishlar uchun maxsus qurilmalar (moslamalar) o'rnatilgan bo'ladi.

2. Ijro etuvchilarni tayyorlash.

Laboratoriya shart-sharoitlarida suratga olishni amalga oshirish uchun o'rganilayotgan **harakatlanish amachiziq tadqiqotchisining** ust-kiyimi minimum bo'lishi, ya'ni kiyimini elementlari o'z tanasiga maksimal darajada "yopishib turgan" bo'lishi kerak. Suratga olishni boshlashdan oldin sportchi tanasiga va undagi kiyim elementlariga maxsus markerlar chiziladi (yopishtiriladi). Odatda, bular kontrast (keskin farq qiluvchi) rangdagi aylanalar bo'lishi mumkin va ular sportchi tanasi

bo'g'inlarining markaziga mahkamlanadi. Ayrim hollarda (agar murakkab harakat bajarilayotgan bo'lsa) tana biozvenolarini bo'g'inning markazi va biozvenoning og'irlik markazi balandligida qamrab oladigan yo'lkachalardan (polosalardan) foydalaniladi.

Videosuratga olish materiallarini avtomatik ravishda kompyuterda qayta ishlov berilishini amalga oshirish uchun markerlarni turli ranglarini ishlatiladi va bu kompyuter dasturini o'ziga bo'g'inlarni va boshqa xarakterli nuqtalarni oson anglab olish imkoniyatini yaratadi.

3. Videoapparaturni ishga tayyorlash.

Videosuratga olishni amalga oshirishda qayd qilish (yozib olish) apparaturasini aniq "sozlash" (nastroyka qilib olish) eng muhim ahamiyat kasb etadi. U kamerani o'rnatishni va shtativda uni ishonchli qayd (fiksatsiya) qichiziqshini, suratga olish chastotasini, sezgirligini, lavha o'lchamlarini o'rnatilishini, qayd qilish apparaturasining xotirasi hajmi yetarilishini baholashni, namuna (proba) yozuvni amalga oshirishni, natijalarni baholashni va zarur bo'lgan hollarda yuqorida keltirilgan parametrlarni aniqlashtirish (korreksiya qilish) singarilarni o'z tarkibiga oladi.

Aytib o'tilgan muolajalarni sifatli bajarilganda videoyozuvni amalga oshirish qiyinchilik tug'dirmaydi, fayl ko'rinishida olingan materiallar esa kompyuterga o'tkazilishi va biomexanik tadqiqotlar jarayonida foydalanish mumkin.

Xulosa qilib, optik qad qilingan ma'lumotlarni qayta ishlashda kinematik xarakteristikalarining kerakli aniqligini erishish suratga olish chastotasiga, foydalanilayotgan apparaturaning sifatiga va o'rnatilgan markerlarning joylashishini aniqligiga bog'liqligini ta'kidlash kerak.

Keyinchalik biomexanik tahlil qilishni bajarish davomida, masalan, dinamik parametrlarni aniqlashda u (sifat) ijro etuvchi tanasining mass-inersion xarakteristikalari bo'yicha aniq ma'lumotlari yo'qligi sababli biroz darajada pasayadi. Bu yerda, odatda, ijro etuvchining bo'yi va vazniga bog'liq holda o'rtalashtirilgan parametrlardan (o'rtacha arifmetik qiymatlardan) foydalaniladi.

Bundan tashqari, sportchi harakatlarini tahlil qilish davomida ijro etuvchi tanasi, ko'pchilik hollarda, o'zaro bog'liq absolyut qattiq

zvenolardan tashkil topadigan model sifatida tasavvur qilinadi va bu hol insonning haqiqiy (real) tanasiga unchalik mos kelavermaydi. Shunday bo'lsa ham, keltirib o'tilgan farazlar harakatlanish amallarini qurishning yetarli darajadagi samarali tahlil qilish tamoyillarini yaratish va sport mashqlarini bajarishni o'rgatish, harakatlanish sifatlarini rivojlantirish va boshqa aspektlar bilan bog'liq bo'lgan ko'pgina pedagogik masalalarni (vazifalarni) hal qilish imkoniyatini beradi.

Ishni bajarish tartibi

1-bosqich . Biomexanik tadqiqot uchun ob'yekt tanlash.

Bunday ob'yekt sifatida bitta tekislikda bajarilishi sodir bo'layotgan yaxlit jismoniy mashq, uning ayrim bitta sikli yoki biron-bir fazasi bo'lishi mumkin.

2-bosqich . suratga olish joyini tayyorlash:

- Mashqni bajarish zonasini, ijro etuvchi harakatlarining yo'nalishini va kamerani o'rnatilishi mumkin bo'lgan joyga nisbatan xavfsiz chegaralarini aniqlash.
- Laboratoriya shart-sharoitlarida suratga olishda suratga olishning kontrast fonini ta'minlash, bo'rdan foydalanib keyinchalik uning asosida masshtab birligi aniqlanadigan etalon masofani belgilash.

3-bosqich . Ijro etuvchini tayyorlash.

- ijro etuvchiga kamera joylashgan joyga nisbatan harakat yo'nalishini ko'rsatish.
- suratga olishni boshlanishi va tugashi to'g'risidagi buyruqlarni kelishib olish.
- mos kiyim-kechak shakchiziq ta'minlash, tanaga (yoki) kiyim elementlariga markerlari taqib qo'yish .

4-bosqich. apparaturani ishga tayyorlash:

- Shtativni va unga kamerani mustahkam (ishonchli) o'rnatish.
- shtativdan foydalanib kamera o'rnatilgan balandoikni regulirovka qilish va uning balandligini ijro etuvchi tanasining umumiy

og'irlik markazi (UOM) balandligida joylashishiga erishish (agar mashqni bajarilishida ijro etuvchining vertikal bo'yicha siljishi nazarda tutilgan bo'lsa, u holda kamerani harakatlanish amachiziq bajarishdagi UOMning o'rtacha sathi balandligida o'rnatish zarur bo'ladi).

- kameraning optik o'qini harakat sodir bo'lishi kutilayotgan tekislikka perpendikulyar holda joylashtirish.

5-bosqich. Kamerani sozlash:

- ijro etuvchini dastlabki holatda bo'lishiga erishish, unga kamerani to'g'rilash va harakatlanish amachiziq bajarishda kamera lavhaning chegarasidan chiqib ketmasligiga ishonch hosil qilish. Agar lavha o'lchamlari bajarilayotgan mashqni to'lig'icha (yaxlit holda) qayd qilish imkoniyatini bermasa, u holda kamerani sportchi turgan joyiga nisbatan uzoqroq masofaga olib borish kerak. Agar sportchi bajarayotgan harakatlar lavhaga ortiqcha katta zahira bmlan joylashyapgan bo'lsa, u holda transfokatoridan foydalanib suratga olishni kattaroq masshtabda (planda) amalga oshirish mumkin.

- suratga olishning belgilangan chastotasi o'rnatilganligini tekshirib ko'rish, aniqligini sozlash va ob'yektning yoritilganlik darajasi yetarlicha ekanligiga iishonch hosil qilish zarur.

Bajariladigan laboratoriya ishlarida foydalaniladigan CASIOEX-F1 videokamerasida aniqlikni o'rnatish kamerani suratga olish ob'yektiga to'g'rilash ("sozlash") va kameraning yuqori panelida joylashgan "fotospusk" tugmasini **yarmigacha** bosish bilan ta'minlanadi. Ko'k rangdagi to'g'ri burchakli to'rtburchakni paydo bo'lishi aniqlikni muvaffaqiyatli o'rnatilganligidan dalolat beradi.

Aniqlikni ryegulirovka qilinishi ekspozisiya kattaligini tanlash bilan birgalikda amalga oshiriladi. Ekspozisiya kattaligining son qiymati kamera ekranining o'ng qismida namoyon bo'ladi. Bu yerda ekspozisiyaning son qiymati suratga olish chastotasidan sezilarli darajada katta bo'lib ketmasligiga alohida diqqat-e'tibor qaratish kerak. Masalan, sekundiga 300 lavhali chastota bilan suratga olish davomida ekspozisiya kattaligi 1/300 sekunddan sezilarli darajada katta bo'lib ketmasligi kerak.

Amaliyot aynan shunday chastotali suratga olishda ekspozisiyaning 1/250 qiymati maksimal ruxsat etilgan kattalik hisoblanishini ko'rsatadi. Ekspozisiyaning 1/250 dan katta qiymatlarida kameraning sozlanishini korreksiyalash (aniqlashtirish) uchun o'qituvchiga murojaat qilish zarur.

6-bosqich. Suratga olishni bajarish.

- Kamera ekranining o'ng yuqori qismida joylashgan video yozish tugmasini bosish va faqat shundan keyingina harakatlanish amachiziq ijro etish uchun **«START» buyrug'ini berish kerak.** Bunday tartib o'rnatilishi kamerani biroz ushlanish (kechikish 0,5 s. chegaralari doirasida) bilan yoqilishiga bog'liq.

- Harakatlanish amali tugagandan keyin «TOVON» buyrug'i berilishi kerak video yozish tugmasini qayta bosish kerak.

7-bosqich. Videoyozuvni ko'rib chiqish:

- Ekraning ustida joylashgan ko'k rangli tugmani bosish kerak.
- Ekrandan o'ng tomonda joylashgan SET tugmasi yordamida ko'rish mumkin.

- Suratga olish sifatini baholash.
- Ekraning ustida joylashgan qizil rangli tugmani bosish bilan ishchi rejimga o'tiladi va zarur bo'lganida qayta suratga olish bajarilishi mumkin.

8-bosqich. Olingan matyeriallarni saqlash:

- Shtativdan kamerani yechib olish.
- Yoqilgan kamerani maxsus kabel yordamida kompyuter bilan ulash.

- Kamera xotirasining kartasini ochish.
- Kameraga olingan materialni topish va uni o'z flesh-kartangizga o'tkazing.

- «Qurilmani xavfsiz olish»dan foydalanib, kamera bilan kompyuterning birgalikdagi munosabatini (aloqadorligini) to'xtatish, kompyuter va kameraning portlaridan ulanish kabechiziq chiqarib olish.

- Yuqori panelda joylashgan «ON/OFF» tugmasi yordamida kamerani o'chirish.

JISMONIY MASHQLAR KINEMATIKASI

Kinematika – (yunoncha *kinema* – harakat so'zidan) fizik jismlar harakatini bu harakatlarni vujudga keltiradigan yoki o'zgartiradigan kuchlarni inobatga olmagan holda o'rganadigan mexanikaning bo'limi.

Bevosita O'quv qo'llanmaning mazkur bo'limidagi topshiriqlarga o'tishdan avval, bajariladigan topshiriqlarga taalluqli bo'lgan va ularni bajarishda kerak bo'ladigan umumqabul qilingan ayrim tushuncha va iboralarni eslab olamiz. Eng avvalo, eslatib o'tamiz-ki, bu yerda gap aniq ta'riflar haqida emas, balki tushunchalarni tavsiflash va tushuntirish haqida boryapti.

Bunday tushunchalarning dastlabkisi kattalik tushunchasi.

Kattalik – bu, o'lchash yoki oldindan ma'lum bo'lgan yoki keltirib chiqarilgan formula bo'yicha hisoblab topiladigan o'zgaruvchi.

Myexanika – bu fizikaning bir bo'limi bo'lganligi sababli ham, bizni, birinchi navbatda, fizik kattalik tushunchasi qiziqtiradi.

Fizik kattalik – bu ko'pchilik fizik ob'yektlar uchun sifat jihatidan umumiy, biroq miqdor jihatidan ularning har biri uchun individual bo'lgan xossa.

Massa, energiya, tezlik, tezlanish va shu singarilar fizik kattaliklarga misollar bo'lishi mumkin. Masalan, hamma fizik ob'yektlar massaga ega. Biroq ularning har biridagi massaning miqdori turlicha va faqat o'ziga taalluqli. Ularning birini massasi, aytaylik, 5 kg., boshqasini esa 0,1 kg. Ko'rinib turibdi-ki, ob'yektni uning massasi bo'yicha tavsiflash (xarakterlash) uchun faqat bitta nomdagi raqam orqali ifodalash yetarli ekan. Xuddi Shuningdek, energiya, ish, quvvat, bosib o'tilgan yo'l va boshqa ayrim fizik kattaliklar uchun ham shu fikrlarni bildirish mumkin.

Berilishi uchun bittagina raqam yetarli bo'lgan kattalik **skalyar kattalik yoki oddiygina skalyar deb aytiladi.**

Boshqa ayrim fizik kattaliklarning berilishini, masalan, tezlikni yoki tezlanishni bitta raqam bilan ifodalashni iloji yo'q – buning uchun eng

kamida ikkita raqam kerak. Haqiqatan ham, «Men Toshkentdan 75 km./soat tezlik bilan harakatlanib ketyapman» deb aytishni o'zi yetarli emas, tushunarli va aniq bo'lishi uchun yana harakat yo'nalishini ham, masalan Chirchiqqa yok Samarqandga deb ko'rsatish ham kerak.

Berilishi uchun bittadan ko'p raqamlar kerak bo'ladigan kattaliklar **vektor kattaliklar** yoki, qisqacha, **vektorlar** deb aytiladi. Vektor kattaliklarni berilishini (ifodalanishini) turli usullari mavjud. Jismoniy mashqlarni biomexanik tadqiq qilish ishlari (mazkur O'quv Uslubiy majmuadagi singari) sportchi tanasining yassi tekislikdagi siljishlari yoki fazodagi siljishlari misolida amalga oshirilishi tufayli vektor fizik kattalikni, ko'pchilik hollarda, yo'naltirilgan kesma shaklida tasavvur qilish (tasvirlash) qulay bo'ladi. Shuning uchun quyidagi fakt yetarli darajada tabiiy qabul qilinadi.

Biomexanikada **Vektor** deganda, ko'pchilik hollarda, tekislik yoki fazodagi yo'nalishga ega bo'lgan (yo'naltirilgan) kesma tushuniladi.

Vektor $\overline{AB}$ singari belgilanadi, bu yerda A va B, mos ravishda, kesmaning boshi va oxiri. Vektor Shuningdek, bitta yo'g'on lotin harfi bilan, masalan, **a** yoki $\vec{a}$ belgi bilan ham belgilanishi mumkin. Vektorning yo'nalishi strelka yordamida belgilanadi.

Vektor uzunligi (Shuningdek **vektor moduli** iborasi ham ishlatiladi) deganda uning boshi va oxiri orasidagi masofa tushuniladi. Vektorning uzunligi $\overline{AB}$ orqali belgilanadi. Agar vektor bitta harf bilan, masalan $\vec{a}$ bilan, belgilangan bo'lsa, u holda uning uzunligi $|\vec{a}|$ singari ifodalanadi. Ko'pchilik hollarda, agar aniq bir vektorning faqat son qiymati (moduli) nazarda tutilgan bo'lsa, u holda odatda uning ustidagi strelkani qo'yishmaydi yoki "yo'g'on" shrift bilan belgilanmasligi ham mumkin.

Vektorni berilishining yuqorida tavsiflangan usuli tekislik geometriyasiga asoslangan va Shuning uchun yo'naltirilgan kesma orqali tasvirlangan vektorni **geometrik vektor** dyeb aytish qabul qilingan.

Vektor kattalikka misol sifatida kch, tezlik, tezlanish, burchak tezlik va tezlanish, kuch momenti va shu singarilarni keltirish mumkin.

Fizik vektor kattaliklarni geometrik vektorlar sifatida tasvirlanadigan hollarda tanlangan masshtabda geometrik vektor fizik

kattalikning son qiymati bilan mos tushadi, uning yo'nalishi esa tasvirlanayotgan kattalikning yo'nalishi bilan mos tushadi.

Vektorning berilishini (ifodalanishini) boshqa usullari ham mavjud. Yuqorida aytib o'tilganidek, vektorni berilishi (ifodalanishi) uchun bittadan ko'p raqam kerak bo'ladi. Chunonchi, vektorni tekislikda berilishi (ifodalanishi) uchun **ikkita** raqam, masalan vektor moduli va uning yo'nalishi, ya'ni uni koordinata o'qlaridan biri bilan hosil qilgan burchagi yoki uni koordinata o'qlaridan biriga proyeksiyasi - $\mathbf{a}=(a_x, a_y)$, kerak.

Vektorni fazoda berilishi (ifodalanishi) uchun **uchta** raqam kerak: $\mathbf{a}=(a_x, a_y, a_z)$. Shunday qilib, **vektor o'zining koordinata o'qiga proyeksiyasi orqali ham** berilishi (ifodalanishi) mumkin ekan.

Berilgan vektorlar bilan arifmetik amallarni: qo'shish va ayirish, doimiy songa ko'paytirish va bo'lish singari amallarni bajarish mumkin. Shuning bilan birga, qo'shish va ayirish amallari (muolajalari) faqat aynan bitta fizik kattalikni tashkil qiladigan vektorlar uchungina ma'noga ega.

Geometrik vektorlarni tekislikda **qo'shish va ayirish**, odatda **parallelogramm qoidasi bo'yicha amalga oshiriladi** (buni qanday bajarilishini quyida keltirilgan 1.3-laboratoriya ishining tafsilotiga qarang).

Vektorlarni berilishi (ifodalanishi) koordinata o'qiga proyeksiyalar orqali bo'lganda yuqorida aytib o'tilgan amallar (muolajalar)ning hammasi koordinatalar bilan amalga oshiriladi (bajariladi). Masalan, $\mathbf{a}=(a_x, a_y, a_z)$, $\mathbf{b}=(b_x, b_y, b_z)$ va $\mathbf{c}=(c_x, c_y, c_z)$ vektorlar berilgan bo'lsin. U holda, agar ularning birinchisini ikkinchisiga qo'shib, natijadan uchinchisini ayirish zarur bo'lsa, vektorlarni koordinatalar orqali berilganda, bajarilishi talab qilinadigan amallarni (muolajalarni) birlashtirish va osongina quyidagi natijani:

$$\mathbf{a} + \mathbf{b} - \mathbf{c} = (a_x + b_x - c_x, a_y + b_y - c_y, a_z + b_z - c_z)$$

olish mumkin.

Endi vektorni λ doimiy songa ko'paytirish misochiziq ko'raylik:

$$\mathbf{a} \cdot \lambda = (a_x \cdot \lambda, a_y \cdot \lambda, a_z \cdot \lambda).$$

Jismoniy sashqni bajarish jarayoni vaqt bo'yicha (vaqto'tib borishi bilan) va fazoda rivojlanib boradi. Mazkur aniq bir mashqda «jalb qilingan» fizik kattaliklar bir-birlari bilan doimo tabiat qonunlariga mos holda o'zaro munosabatlarda, ya'ni o'zaro ta'sirda bo'ladilar. Agar ushbu o'zaro munosabat shunday bo'lsa-ki, bitta kattalik to'lig'icha boshqa bir kattalikning qiymatini aniqlab beradigan bo'lsa, u holda bu ikkita kattaliklar o'rtasida **funksional bog'liqlik** mavjud bo'ladi. Funksiyaning yanada aniqroq ta'rifi quyidagicha bo'ladi.

Funksiya – bu kattaliklarning shunday o'zaro mos kelishi-ki, bunda bitta (**argument** deb ataladigan) kattalikning har bir qiymatiga boshqa bir (**funksiya** deb ataladigan) kattalikning bitta va faqatgina bitta qiymati to'g'ri keladi.

Funksional bog'lanishlar (nafaqat fizik tabiatli, boshqalari ham) tadqiq qilinganda, ko'pchilik hollarda, argument qiymatini o'zgarib borishiga bog'liq holda funksiyaning qiymati qanday o'zgarishini baholash zarurati vujudga keladi. Boshqacha qilib aytganda, argumentning qiymatini o'zgarib borishiga bog'liq holda funksiyaning o'zgarib borish tezligini aniqlash (o'rnatish) zarur bo'ladi.

Funksiya bilan bog'liq bo'lgan va mazkur funksiyaning aynan aytilgan mezonini xarakterlaydigan kattalik ushbu muammoni hal qilish imkoniyatini yaratadi. Bu kattalik **hosila (mazkur funksiyaning hosilasi)** hisoblanadi.

$y=f(x)$ funksiyaning hosilasi nima ekanligini tushunib olish uchun quyidagi amalni (muolajani) bajaramiz. y funksiyaning aniqlanish sohasiga mansub bo'lgan biron bir $x = x_0$ qiymatni qayd qilamiz. Shuning bilan birga, aniqlik uchun x ning $x > x_0$ shartni bajaradigan ixtiyoriy bir qiymatini olamiz.

U holda $y_0 = f(x_0)$, $y = f(x)$ bo'ladi.

Quyidagi farqni (ayirmani) topamiz:

$$y - y_0 = f(x) - f(x_0),$$

va ularning ikkinchisini birinchisiga bo'lamiz. Natijada quyidagini

olamiz:

$$\frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0}$$

Ushbu nisbat $[x_0, x]$ kesma oralig'ida argumentning o'zgarib borishiga nisbatan funktsiyani o'zgarishining o'rtacha tezligini ifodalaydi. Mazkur kesmaning uzunligi qanchalik qisqa bo'lsa, qaralayotgan nisbatning qiymati x_0 nuqtada $y = f(x)$ funktsiyaning o'zgarish tezligini shunchalik aniqroq tavsiflaydi (izohlaydi).

Mazkur xarakteristikaning aniq qiymatiga $[x_0, x]$ oraliqning nulgga intiladigan cheksiz (eng) kichik uzunligi qiymatida erishiladi va quyidagi limit orqali ifodalanadi

$$\lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0}$$

Ushbu limitning o'zi $f(x)$ funktsiyaning x_0 nuqtadagi **hosilasi** deb aytiladi.

Agar $x - x_0 = \Delta x$, $f(x) - f(x_0) = f(x_0 + \Delta x) - f(x_0) = \Delta y$ deb hisoblansa va ushbular yuqoridagi limit ifodasiga keltirib qo'yilsa, u holda limit quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} (*)$$

Shuni ham aytib o'tish kerak-ki, **hosilaning** quyida keltirilgan turlicha ifodalanishlari mavjud:

$$f'(x_0), y', \frac{df(x_0)}{dx}, \frac{dy}{dx}, \frac{d}{dx} f(x_0) \text{ va boshqalar.}$$

Ko'pchilik fizik kattaliklar boshqa kattaliklarning hosilalari hisoblanadi. Sport faoliyatida va undagi harakatlarda ishtirok etadigan fizik kattaliklar, ko'pchilik hollarda, vaqtning funktsiyasi sifatida keladi. Bunday hollarda ularning hosilasi ham vaqtning funktsiyasi sifatida

bo'ladi. Chunonchi, tezlik S - bosib o'tilgan masofaning t vaqt bo'yicha olingan hosilasiga: $V = \frac{ds}{dt}$ teng, tezlanish esa tezlikning t vaqt bo'yicha olingan hosilasiga: $a = \frac{dv}{dt}$ teng va shu singari bo'ladi.

Parametr - mazkur yondashuv (tadqiqot) doirasida o'zgarmas (doimiy-konstanta) qoladigan noma'lum kattalik. Masalan, kvadrat tenglamaning parametrik ko'rinishda berilishi: $ax^2 + bx + c = 0$.

Bunda a, b, c - *parametrlar*, x - noma'lum *o'zgaruvchi* kattalik.

Sikl - ma'lum vaqt oralig'i davomiyligida birini ortidan boshqasi amalga oshiriladigan va aynan o'sha tartibda (ya'ni yangi xuddi shunday sikl tashkil qilgan holda) takrorlanadigan *hodisa* (jarayon)larning ma'lum ketma-ketligi.

Siklogramma - ma'lum bir siklning grafik shaklda tasvirlanishi.

Jism holati dasturi - jismoniy mashqlarni bajarish davomida sportchining aniq bir maqsadga yo'naltirilgan harakatlarining kinematik parametrlarini tadqiq qilinishi amalga oshiriladigan dastur.

Tadqiqotning umumiy sxemasi 3.2-rasmda tasvirlangan (tadqiqotning bosqichlari qo'llanmaning ularga bag'ishlangan maxsus bo'limlarida tavsiflangan).



3.2-rasm. Tadqiqot bosqichlari.

IV.BOB. JISMONIY MASHQNI BAJARISHDA SPORTCHI TANASINING JOYI DASTURI

Laboratoriya ishi №

4.1. Sportchi tanasining uomini Rascht.excel dasturi yordamida aniqlash

Mashg'ulotning maqsadi: jismoniy mashqni bajarishning tadqiq qilinayotgan fazasidagi sportchi tanasi umumiy og'irlik markazini (UOM) va uning trayektoriyasini aniqlashning analitik usul chiziq o'zlashtirish.

Nazariy ma'lumotlar

Mashqni bajarish davomida sportchi tanasi yoki biron-bir boshqa jism (masalan, sport snaryadi) bilan bog'liq holda harakatlanadigan **moddiy nuqtaning** vaqt o'tib borishi bilan siljib borish qonuniyatini tavsiflaydigan **joy dasturi** harakatning umumiy dasturini tashkil qiluvchi qismlaridan biri sifatida ishtirok etadi.

Moddiy nuqta – o'rganilayotgan jismning fizik modeli bo'lib, uning o'lchamlari nulgga teng. Amalda, moddiy nuqta deyilganda **o'lchamlari va shakchiziq (ko'rinishini) inobatga olmasa ham bo'ladigan massali jism** tushuniladi.

Joy dasturi doirasida jismning yaxlit holdagi harakati to'g'risida fikr-mulohaza yuritish mumkin bo'lishi uchun kuzatish nuqtasi sifatida butun (yaxlit) jismning umumiy og'irlik markazi (jism UOMi) tanlanadi.

Jismning UOM – bu sportchi tanasi (snaryad) ustidagi yoki undan tashqaridagi tananing hamma biozvenolari og'irlik kuchlari teng ta'sir etuvchisini qo'yilgan (ta'sir etib turadigan) nuqtasidir.

Har qanday moddiy nuqtaning holatini (fazodagi vaziyatini) o'zgarish qonuniyati boshqa bir joylashish vaziyatiga nisbatan kuzatilayotgan jismni (yoki uning nuqtasini) vaziyati tadqiq qilinadigan nuqtaning mavjudligi (tanlab olinganligi) sharti asosida tadqiq qilinishi mumkinligini ta'kidlab o'tish lozim.

Masalani bunday tarzda qo'yilishida **sanoq jismi va sanoq boshi (yoki sanoq nuqtasi)** tushunchalarini kiritish kerak bo'ladi.

Jismlarni vaziyatini o'zgarishi boshqa biron jismga nisbatan hisobga olinsa (sanalsa), u holda ushbu jism **sanoq jismi** deb aytiladi.

Sanoq boshi sifatida **sanoq jismida** tanlab olingan nuqtadan foydalaniladi.

Moddiy nuqtaning fazodagi vaziyatini aniqlash uchun **sanoq nuqtasidan** uchta (agar harakat tekislikda o'rganilayotgan bo'lsa ikkita) o'zaro perpendikulyar chiziqlar (**koordinata o'qlari**) o'tkaziladi. Ushbu o'qlarga o'zaro teng masofa oraliqlarida belgilar (sanoq birligi) qo'yib olinadi va sanoq birligi sifatida **metr va uning hosilaviy birliklaridan** foydalanish qabul qilingan.

Metr yunoncha - μέτρον – me'yor yoki o'lchash qurilmasi (o'lchagich) ma'nosini anglatadi, (ruscha belgilanishi: m, xalqaro: m) – **uzunlik va masofaning (SI) Xalqaro birliklar tizimidagi o'lchov birligi**.

Nuqtaning harakatlanish qonuniyatlarini kuzatish va o'rganish uchun, uning vaziyatidan tashqari, bizga yana **vaqtni hisobga olish (sanash) tizimi** ham kerak bo'ladi va u quyidagilarni o'z tarkibiga oladi:

➤ **Vaqtni o'lchash shkalasi** – joriy fizik vaqtni hisobga olish (sanash) shkalasi.

➤ **Vaqt momenti** – vaqt o'qidagi nuqta (masalan: kuzatilayotgan hodisaning boshlanishi yoki tugash payti).

➤ **Vaqtning o'lchov birligi** – sekund (s).

Endi **sanoq tizimi** tushunchasini kiritishga imkoniyat paydo bo'ldi.

Sanoq tizimi – bu sanoq jismi, sanoq nuqtasi, ular bilan bog'liq bo'lgan koordinatalar tizimi va vaqtni hisobga olish tizimidan tashkil topgan to'plam bo'lib, unga nisbatan moddiy nuqta yoki jismlarning harakatlari qaraladi (o'rganiladi).

Sanoq tizimlari **inersial va noinersial** sanoq tizimlariga bo'linadi.

Inersial sanoq tizimlari harakatsiz (tinch holatda) bo'ladi. Masalan, musobaqa o'tkazilayotgan stadion.

Noinersial sanoq tizimlari o'z harakat tezligini o'zgartirib turadi (masalan: endi harakatni boshlab tezlashayotgan yoki tormozlanayotgan transport vositasi).

Jismning harakatini kinematik tavsiflashda sanoq tizimini tanlash rol o'ynamaydi, harakatlanish dinamikasini tahlil qilishda (u O'quv qo'llanmaning so'nggi uchta bo'limlarida qarab chiqiladi) u muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

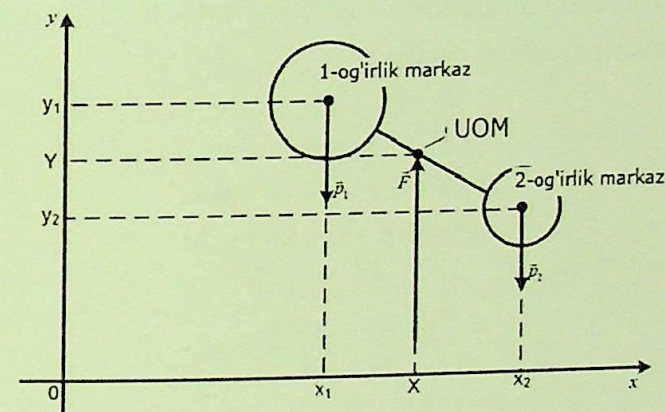
Moddiy nuqtaning harakatlanish **trayektoriyasi joy dasturini** muhim xarakteristikasi hisoblanadi (bkndan keyin quyida biz jismning umumiy og'irlik markazini (UOMni) kuzatamiz). U jismoniy mashqni bajarish davomida tananing UOM o'zining vaziyatini o'zgartirib borishi jarayonida qoldiradigan izdan tashkil topgan bo'ladi.

Sportchi tanasining UOMini aniqlashning analitik usuli Varinon teoremasi «Ixtiyoriy markazga nisbatan kuchlar momentlari yig'indisini (yoki teng ta'sir etuvchisini) momentiga teng» bo'yicha tananing hamma biozvenolarining og'irlik kuch momentlarini (biozvenolarning og'irliklarini umumiy, izlanayotgan, markaziy nuqtaga nisbatan aylanma ta'sirini) yig'indisiga asoslangan.

Pyer Varinon (fransuz, Pierre Varignon, Kan, 1654 yil 23 dekabrda tug'ilgan, 1722 yilda vafot etgan, Parij) – fransuz matematigi va mexanigi. 1687 yili o'zining «Yangi mexanika loyihasi...» deb nomlangan ishida Varinon kuchlarni qo'shishning parallelogramm qoidasining aniq ta'rifini bergan, kuch momenti tushunchasini rivojlantirgan va Varinon teoremasi deb nom olgan teoremani keltirib chiqargan.

Sportchi tanasining har bir biozvenosi o'zining xususiy og'irlik markaziga ega bo'lib, u shu biozvenoning bo'ylama o'qini proksimal (odatda, ancha massivroq) oxiriga yaqinroq joylashgan. Masalan, sonning og'irlik markazi uning bo'ylama o'qida sonning markazidan biroz tos-son bo'g'iniga tomon, gavdaning og'irlik markazi esa umurtqa pog'onasining bo'yin bo'limi tomoniga siljigan holda joylashgan bo'ladi.

Bir nechta jismlardan (zvenolardan) tashkil topgan tizimning UOM joylashishini ikkita qzo'g'almas holda mustahkamlanib bog'langan zvenolar misolida aniqlab chiqamiz.



4.2.2-rasm. O'zaro bog'liq ikkita jismlardan (zvenolardan) tashkil topgan tizimning UOM joylashishi

4.2.2-rasmda sharlar shaklida tasvirlangan ikkita og'irliklari p_1 va p_2 bo'lgan hamda og'irlik kuchlari ularning markazlariga qo'yilgan jismlardan (zvenolardan) tashkil topgan tizimning UOM joylashishi aniqlangan.

Ushbu zvenolar o'zaro bir-biri bilan ingichka vaznsiz sterjen bilan birlashtirilgan. Ushbu zvenolar yassi to'g'ri burchakli xOy koordinatalar tizimida quyidagicha: p_1 vaznli zveno (x_1, y_1) va p_2 vaznli zveno (x_2, y_2) koordinatalar bilan ifodalanadilar.

Bu holda ikkita zvenolar tizimining UOMi koordinatalari (X, Y) bo'lgan qandaydir bir nuqtada joylashgan bo'ladi. Agar tizimning UOM joylashgan nuqtaga tayanch berilsa va unga zvenolarning p_1 va p_2 og'irlik kuchlariga qarama-qarshi yo'naltirilgan va kattaligi bo'yicha ularning $p_1 + p_2$ yig'indisiga teng bo'lgan F kuch qo'yilsa (ta'sir ko'rsatsa), u holda tizim muvozanat holatida bo'ladi. Ushbu muvozanat holatida bittasi qaralayotgan tizimni soat strelkasi harakati yo'nalishi bo'yicha va ikkinchisi ushbu yo'nalishga qarama-qarshi yo'nalish bo'yicha aylantiradigan quyidagi kuchlar momentlarining tengligi o'rinli bo'ladi:

$$p_1 (X - x_1) = p_2 (x_2 - X). \quad (3.2.1)$$

(1.2.1) ifodadan foydalanib, ikkita zvenolardan tashkil topgan tizim UOMining X koordinatasini aniqlaymiz:

$$p_1 X - p_1 x_1 = p_2 x_2 - p_2 X$$

$$p_1 X + p_2 X = p_1 x_1 + p_2 x_2$$

$$X(p_1 + p_2) = p_1 x_1 + p_2 x_2$$

$$X = \frac{p_1 x_1 + p_2 x_2}{p_1 + p_2} \quad (3.2.2)$$

(1.2.2) formula ikkita bir-biri bilan mustahkam bog'liq bo'lgan tizim UOM holatini (vaziyatini) analitik aniqlash imkoniyatini beradi.

n ta zvenolardan tashkil topgan tizim uchun UOMning X koordinatasi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n p_i x_i}{\sum_{i=1}^n p_i} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i x_i}{P}, \quad (3.2.3)$$

bunda X – n ta zvenolardan tashkil topgan tizim UOMining X koordinatasi,

p_i – i -nchi zvenoning og'irligi;

x_i – i -nchi zvenoning og'irlik markazini X koordinatasi;

R – tizim hamma zvenolarining og'irliklari yig'indisi.

Agar xOy koordinatalar tizimiga joylashtirilgan ikkita zvenodan tashkil topgan tizimni (1.2.2-rasm) koordinatalar tizimi bilan birgalikda soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha yoki unga qarama-qarshi yo'nalishda 90° ga burchakka burilsa, u holda zvenolarni bog'lab turgan sterjenning UOMini vaziyati o'zgarmasligi tabiiy. Bunday holda, (1.2.3) formulaga o'xshab, n ta o'zaro bir-biri bilan mustahkam bog'langan zvenolar tizimining UOMini Y koordinatasi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n p_i y_i}{\sum_{i=1}^n p_i} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{P}. \quad (1.2.4)$$

P. Varinon teoremasining (1.2.3) va (1.2.4) formulalaridan foydalanib sportchi tanasining jismoniy mashqni bajarish davomidagi barcha tadqiq qilinayotgan fazalarining alohida videosuratga olishlarda tasvirlangan va aks ettirilgan vaziyatlaridagi (pozalaridagi) momentlarini UOMining X va Y koordinatalarini hisoblab topish mumkin. Maxsus kompyuter dasturlarda, xususan Excel elektron jadvalida ishlab chiqilgan nuqtalar bo'yicha egri chiziqlarni chizish matemati usullari dasturlaridan foydalanib o'zimizning koordinatalarimiz asosida jismoniy mashqning qaralayotgan fazasidagi tana UOMining trayektoriyasini olish mumkin.

Ishni bajarish tartibi

1-bosqich. Ishga kerakli materiallarni tayyorlash.

1.1. Biomexanik tadqiqotlarni amalga oshirish uchun videomateriallarni tanlash (saralash):

- «D/Biomexanika/Video dlya biomexanicheskogo analiza» papkasini oching.

- Papkada mavjud bo'lgan fayllarni qarab chiqing va o'qituvchi bilan kelishgan holda sport mashqini bajarish videoyozuvini tanlang.

Harakatlanish amalining videoyozuvini tanlash, Shuningdek talaba tomonidan maxsus yuqori tezlikda olingan videosuratga olishni o'tkazish natijalari va oldingi laboratoriya ishlarini bajarish davomida olingan ma'lumotlar bo'yicha ham amalga oshirilishi mumkin.

1.2. **Photoshop CS4** yoki **Photoshop CS5** dasturini ishga tushiring.

1.3. Myenyu satrida «Fayl – importirovat – lavhay video v sloi» opsiyasini tanlang.

1.4. Ekranda ochilgan muloqot oynasida oldinroq tanlangan harakatlanish amalining videoyozuvini toping.

1.5. Faol muloqot oynasi ichida joylashgan kichik ekrandagi videoyozuvni o'qituvchi maslahati yordamidan foydalanib ko'rib chiqing, keyingi biomexanik tadqiqot ishlar uchun kerakli fragment tanlang.

1.6. "Sichqoncha"ning chap tugmasini bosgan holda kichik ekranni aylantirish yo'lkasidan foydalanib ko'rsatish ko'rsatkichini tanlangan fragmentning boshlanishiga olib boring.

1.7. "Sichqoncha"ning chap tugmasini qo'yib yubormagan holda **Shift** tugmasini bosing va ko'rsatkichni tanlangan videofragmentning boshidan oxirigacha tortib olib boring. Bosib turilgan tugmani qo'yib yuboring.

1.8. Qo'shni (yonma-yon) lavhalar o'rtasidagi tadqiqot uchun kerakli vaqtni o'rnatish. Buning uchun mos muloqot oynasida yuklanayotgan lavhalar o'rtasidagi oraliq intervalni ko'rsatish kerak. Xususan, sekundiga 300 lavha chastota bilan suratga olishda har 10 lavhada ko'rsatilgan (belgilangan) yukklamalarni kirita borib yuklanayotgan lavhalar orasida 10/300 yoki 1/30 sekund ($\sim 0,03$ s.) vaqt intervaliga ega bo'lishimizni nazarda tutish kerak.

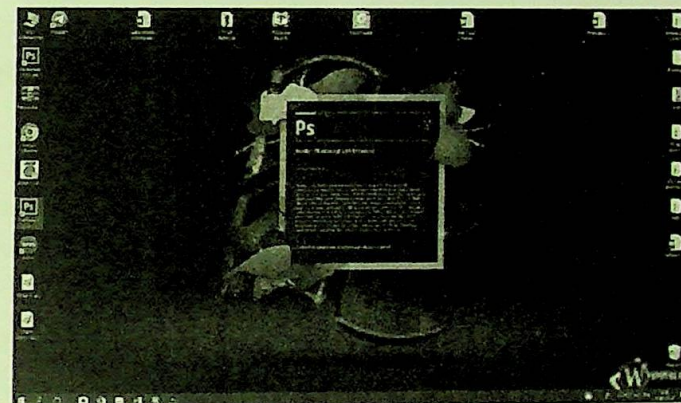
1.9. **OK** tugmasini bosib, Photoshop CS4 dasturiga videofragmentni yuklang.

1.10. D/Biomexanika/Talaba katalogida o'z guruhingiz papkasini, masalan «Guruh № 224» yarating.

1.11. o'z guruhingiz papkasida o'z familiyangiz nomida papka, masalan «Qodirov Sulton» papkasini oching.

1.12. O'z papkangizda «Joy jasturi» papkasini yarating.

1.13. Olingan videofragmentni «Joy dasturi» papkasida «Videogramma» (diskD/Biomexanika/Talaba/Guruh /F.I.O./Joy dasturi) nomi bilan saqlang. Videofragment ko'pqatlamli fayl sifatida Photoshop CS4 da qo'llanayotgan formatda saqlanadi.



2-bosqich. UOM holatini aniqlash

2.1. «Videogramma» faylini **Photoshop CS4** dasturiga yuklang. Ketma-ket joylashtirilgan qatlamlarni vizuallashtirish uchun (agar u avtomatik tarzda sodir bo'lmasa) «Okno» menyusidagi «Sloi» palitrasini opsiya qarshisida bayroqchani o'rnatib ochish kerak.

2.2. Videogrammaning birinchi lavhasini ko'rinadigan qilish kerak. Bunga videogrammaning 1-qatlamidan boshqa hamma qatlamlarining ko'zi tasvirlarini bartaraf etilishi bilan erishiladi.

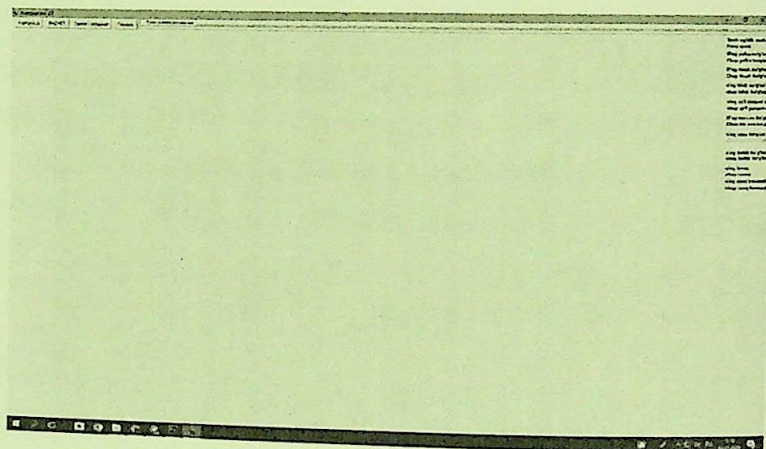
- "Sichqoncha"ning kursorini ko'z tasviriga olib kelinadi (to'g'rilanadi) va **Alt** tugmasini bosib turgan holda "Sichqoncha"ning chap tugmasi bosiladi.

2.3. «Navigator» palitrasidan foydalanib (agar u ko'rinmayapgan bo'lsa, «Okno» menyusini oching va «Navigator» palitrasida bayroqchani o'rnatish), mos bayroqchani tortib kelish bilan videogrammaning birinchi lavhasini qulay o'lchamgacha oshiring (kattalashtiring).

2.4. «D/Biomexanika» katalogida joylashgan «**RasChT.exe**» dasturini faollashtiring.

2.5. «**RasChT.exe**» dasturining muloqot oynasidagi ko'chirmani (dvijok) siljitib uni yarim shaffof qiling.

2.6. «**RasChT.exe**» dasturining muloqot oynasini siljitib uni videogrammaning birinchi lavhasi tasviri ustiga qo'ying.



2- rasm. «RasChT.exe» dasturi

2.7. «RasChT.exe» dasturining «Nastroyka» menyusidan foydalanib mos muloqot oynasiga sportchining nyutonlarda ifodalangan vazni son qiymatini kiriting, undan keyin «Nastroyka» menyusini yopish kerak.

2.8. Sportchining tanasi uchida asosiy bo'g'inlarini va xarakterli nuqtalarini belgilang:

- kursorni «boshning og'irlik markazi» deb nomlangan tana zvenosiga olib boring.
- «Sichqoncha»ning chap tugmasini turtish (chertish) bilan koordinatalarni o'qilishini faollashtiring.
- Kursorni boshning (quloq yoni - sohasi) og'irlik markaziga keltiring.
- «Sichqoncha»ning chap tugmasini turtish (chertish) bilan belgilangan nuqtaning holatini belgilang (ekranda nuqtaning tasviri paydo bo'lishi kerak).

Aynan xuddi shunday tarzda ketma-ket (ular «RasChT.exe» dasturining muloqot oynasida keltirilgan tartib bo'yicha) sportchi tanasining qolgan bo'g'in va nuqtalarini ham belgilab chiqish kerak.

Shuning bilan birga, ularni belgilashda quyida keltirilgan qoidalarga rioya qilish kerak:

- nuqta - markerlarni bo'g'inlarning markaziga qo'yish kerak, boshni va panjalarni markirovka qilishda – zvenoning markazi bo'yicha, tovonlarni markirovka qilishda tovon va oyoq uchlarining chetki nuqtalarini belgilash kerak.

- har bir keyingi nuqtani markirovka qilish davomida ro'yxatni qayta-qayta faollashtirish kerak emas, chunki birinchi marta «Boshning og'irlik markazi» nuqtasi faollashtirilganda ro'yxatdagi hamma nuqtalar faollashtirib bo'lingan.

- nuqta va zvenolarni markirovka qilishda ro'yxatda ko'rsatilgan tartibga rioya qilish shart.

2.9. «Sichqoncha»dan foydalanib «Raschet» tugmasini (klavishini) faollashtirib, qaralayotgan lavha uchun sportchi tanasining UOM holatini aniqlang.

2.10. UOM tasvirini qaralayotgan lavhaga kiriting:

- Photoshop CS4 dasturining muloqot oynasini faollashtiring va UOM holati kiritilayotgan qatlam (lavha) faol holatda ekanligini tekshiring.
- Sichqoncha yordamida qaralayotgan lavha tasvirining chap tomonidagi ro'yxatdan «Panjai-Panja» uskunasi (instrumentini) tanlang.
- Panjaning parametrlarini (diametri, rangi, qattiqligi) kiriting.
- «RasChT.exe» dasturiga o'ting va dasturning muloqot oynasidagi UOM tasviriga kursorni olib keling.
- Sichqoncha kursorni qimirlatmasdan **Alt** tugmasi bilan **Tab** tugmasini birgalikda bosib **Photoshop CS4** dasturiga qayting.
- Sichqonchani chertish (turtish) bilan tasvirga **UOM** holatini joylashtiring.

2.11. Ko'z ko'rinishidagi bayroqchani o'rnatib keyingi lavha tasvirlangan qatlamni ko'rindigan holga keltiriladi.

2.12. Mazkur qatlamni qaralayotgan tasvirning o'ng tomonidagi «Sloi» muloqot oynasida «Sichqoncha»ning chap tugmasini turtish (chertish) bilan faollashtirish.

2.13. Yuqoridagi 2.6 – 2.10 bandlarda tavsiflangan amallarni (muolajalarni) videogrammaning keyingi lavhalari uchun belgilangan tartibda bajarib chiqing.

2.14. Xuddi shunga o'xshash tarzda videogrammaning boshqa lavhalarida ham UOM tasvirini kiriting.

3-bosqich. Harakat trayektoriyasini chizish.

3.1. Videogrammaning birinchi lavhasini «Sloi» muloqot oynasidagi ko'z shaklidagi bayroqchani yo'qotish orqali ko'rinadigan holga keltiring. Bunda qolgan hamma lavhalarining ham ko'z shaklidagi bayroqchalari yo'qolib ko'rinadigan bo'lib qoladi.

3.2. Sichqonchani chertish (turtish) bilan birinchi lavhani uning tasvirini o'ng tomonidagi «Sloi» muloqot oynasida faollashtiring.

3.3. Videogrammaning ikkinchi lavhasiga ko'z shaklidagi bayroqchani o'rnatib, uni ko'rinadigan qiling.

3.4. «Panjai-Panja» uskunasi (instrumentini) faollashtiring, kursorni ikkinchi lavhaning UOMiga keltiring va sichqonchani chertish (turtish) bilan UOM tasvirini joylashtiring. Bu tasvir birinchi lavhaga tushadi, chunki u hozirgi paytda - momentda faollashtirilgan.

3.5. Yuqoridagi 3.3 – 3.4 bandlarda tavsiflangan amallarni (muolajalarni) videogrammaning qolgan lavhalari uchun ham bajaring. Mashqning fazasi o'zgarganda bo'yoq rangini ham o'zgartiring.

3.6. Videogrammaning birinchi lavhasini ko'rinadigan qiling (yuqorida joylashgan qatlamlardan ko'z shaklidagi bayroqchalarni olib tashlang) va unda trayektoriya tasviri namoyon bo'ladi.

3.7. Olingan videomaterialni Adobe Photoshop CS4 «Soxranit kak» funksiyasidan foydalanib «Joy dasturi» (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O.) papkasida «Sportchi tanasining UOMini trayektoriyasi» nomi bilan saqlang.

V.BOB. JISM UOM INING TEZLIGI VA TEZLANISHINI ANIQLASH

Laboratoriya ishi

Mashg'ulotning maqsadi: mashqni bajarishning tadqiq qilinayotgan fazasida sportchi tanasining UOMini tezligi va tezlanishini grafo-analitik usul bilan aniqlash.

Nazariy ma'lumotlar

Joy dasturini aniqlashda UOMning harakat *trayektoriyasi* bilan birga (1.2-laboratoriya ishiga qarang) belgilangan (o'rganilayotgan) nuqta harakatining *tezligi* va *tezlanishi* singari xarakteristikalar ham tahlil qilinadi.

Harakatdagi jism UOMining tyezligi – vaqt o'tib borgan sayin uning fazodagi vaziyati (holati) qanchalik tez o'zgarishishini ko'rsatadigan fizik kattalik hisoblanadi.

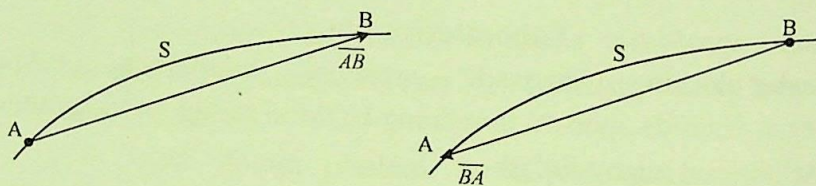
Bu aniqlash (ta'rif) sifat jihatdan ifodalangan. Tezlikni aniqlaydigan miqdoriy munosabatlarni (nisbatlarni) olish uchun, yoki boshqacha aytganda, tezlikning son qiymatini hisoblaydigan formulani olish uchun **yo'l** va **ko'chish** ta'riflarini eslash kerak.

Yo'l – nuqtani trayektoriya bo'ylab o'tadigan masofasi.

Odatda, yo'l S harfi bilan belgilanadi. Yo'l skalyar kattalik ekanligini ta'kidlash lozim. Darhaqiqat, biz **harakat** trayektoriyasi bo'ylab A nuqtadan B nuqtaga tomon borishimizdan yoki aksincha, B nuqtadan A nuqtaga tomon yurishimizdan qat'iy nazar bosib o'tilgan yo'l aynan bir xil bo'ladi va bitta son qiymati orqali ifodalanadi.

Ko'chish – trayektoriya boshlang'ich va oxirgi nuqtalarini bog'laydigan to'g'ri chiziqlarning bir qismi (kesma). ΔS orqali belgilanadigan ko'chish – vektor kattalik. Haqiqatan ham, A nuqtadan B nuqtaga ko'chish bilan B nuqtadan A nuqtaga ko'chish aynan bir xil narsa emas. Ular orasidagi masofa uzunligi bir xil bo'lgani bilan ko'chishning yo'nalishi qarama-qarshiligi bilan farqlanadi.

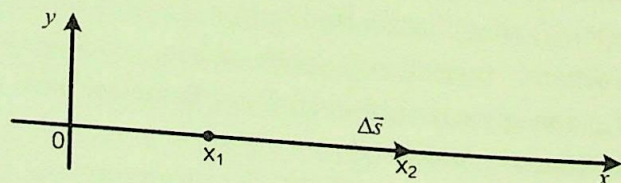
Aytib o'tilgan S yo'l va ko'chishlar 1.3.1-rasmda tasvirlangan.



2-rasm. Harakatdagi jism o'tgan yo'l va ko'chish.

Yo'l va ko'chishning moduli harakat to'g'ri chiziq bo'ylab sodir bo'lgan holda ustma-ust tushadi. Ana shu **harakat sodir bo'layotgan to'g'ri chiziq** Ox o'qi bo'lsin.

Mazkur materialni qarab chiqishni aynan shu eng oddiy holdan boshlaymiz (1.3.2-rasm).



3-rasm. Harakat to'g'ri chiziq bo'ylab sodir bo'lganda yo'l va ko'chish.

Shunday qilib, jismning UOMi to'g'ri chiziq bo'ylab (ya'ni Ox o'qi bo'ylab) harakatlanganda t_1 va t_2 vaqt momentlarida, mos ravishda, $(x_1, 0)$ va $(x_2, 0)$ koordinatalarga ega bo'ladi. bunday holda harakatdagi jismning UOMining tezlik kattaligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanali:

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t}, \quad (1.3.1)$$

bu formulada $\Delta s = \Delta x = x_2 - x_1$ jism UOMini ko'chishi; $\Delta t = t_2 - t_1$ ushbu ko'chish uchun sarflangan vaqt oralig'i.

(1.3.1) formula faqatgina butun Δs ko'chish davomida tezlik o'zgarmay qolishi sharti bajarilganda aniq va o'rinlidir. Amalda esa jismning UOMini $(x_1, 0)$ va $(x_2, 0)$ koordinatalarga ega bo'lgan nuqtalar orasidagi harakati turlicha: yoki avval tez keyin sekinlashib yoki avval sekin keyin tezlashib yoki yana boshqa biron-bir tarzda ham sodir bo'lishi mumkin.

O'zgaruvchan tezlik bilan harakatlanayotgan jismning tezligi kattaligini taxminan (ma'lum yaqinlashib yondashuv) baholash uchun (1.3.1) formuldan foydalanish mumkin. Biroq, bunday holda aniqlangan tezlikning son qiymati o'rtalashgan (o'rtacha arifmetik qiymat nazarda tutilmoqda) kattalik hisoblanadi va koordinatalari $(x_1, 0)$ va $(x_2, 0)$ nuqtalar orasida harakatlanayotgan jism UOMining haqiqiy tezligi ana shu o'rtalashgan kattalikka nisbatan tebranadi. Shuning uchun, (1.3.1) formula bo'yicha aniqlanadigan o'zgaruvchi kattalik - V tezlikni o'rtacha tezlik deb aytiladi.

Tabiiy-ki, bu formuladagi Δt vaqt oralig'i qanchalik kichik bo'lsa, o'zgaruvchi kattalik tezlikni aniqlash (ya'ni tadqiqotda olingan natija) aniqligi ham shunchalik yuqori bo'ladi, chunki ushbu vaqt oralig'ining juda kichik son qiymatlarida tezlik sezilarli o'zgarishlarga erishib ulgurmaydi.

Shu munosabat bilan, tezlik nulgga intiladigan cheksiz kichik Δt vaqt oralig'i uchun eng yuqori aniqlik bilan aniqlanadi. Bu holda biz **oniy tezlik** deb ataladigan kattalik to'g'risida so'z yuritamiz.

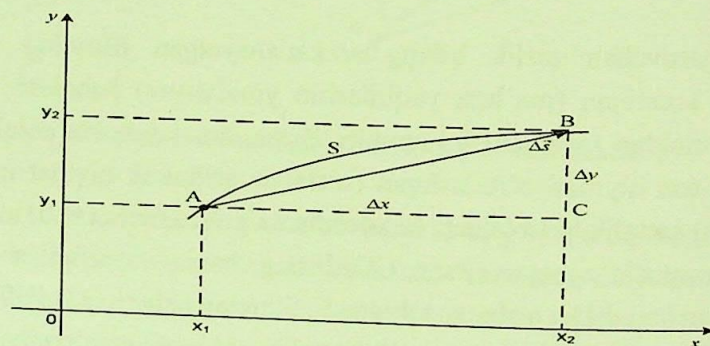
$$V_{\text{oniy}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} \quad (1.3.2)$$

(1.3.2) ifoda yo'ldan vaqt bo'yicha olingan hosilaga tengligini ko'rish qiyin emas (15 betdagi y funksiyadan x argument bo'yicha hosilani aniqlaydigan (*) formulani (1.3.2) formula bilan solishtiring).

Umumiy holda, jism UOMi tekislikda ixtiyoriy trayektoriya bo'ylab harakatlanganda jismning UOMi holatlari t_1 va t_2 vaqt momentlarida, mos ravishda, (x_1, y_1) va (x_2, y_2) koordinatalari bilan xarakterlanadi.

Bu holda (1.3.1) va (1.3.2) formulalar o'z kuini yo'qotmaydi, biroq Δs ko'chish quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\Delta s = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}, \text{ gde } \Delta x = x_2 - x_1, \Delta y = y_2 - y_1 \text{ (sm. ris.1.3.3).}$$



4-rasm. Yo'l va ko'chishni shrafik ifodalanishi.

Tezlikning SI Xalqaro birliklar tizimidagi o'lchov birligi m/s hisoblanadi.

Jismning UOMi tyezlanishi – uning tezligini (V) vaqt o'tib borishi bilan qanchalik tez o'zgarishini ko'rsatadigan fizik kattalikdir.

Miqdor (son qiymat) jihatidan tezlanish (a) quyidagi formula asosida aniqlanadi:

$$A = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}, \text{ (1.3.3)}$$

bu formulada $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ – jismning UOMini koordinatasi (x_1, y_1) nuqtadan koordinatasi (x_2, y_2) nuqtaga ko'chish jarayonida uning tezligini o'zgarishi;

$\Delta t = t_2 - t_1$ – jism UOMini ko'chishiga sarflangan vaqt oralig'i; $\vec{v}_1$ va $\vec{v}_2$ – jism UOMini, mos ravishda, (x_1, y_1) va (x_2, y_2) nuqtalardagi tezligi.

(1.3.3) formula tezlanish kattaligini (son qiymatini) (x_1, y_1) va (x_2, y_2) koordinatali nuqtalar orasida jism UOMini ko'chish jarayondagi aniq kattaligini aniqlash imkoniyatini beradi.

O'rtacha va oniy tezlik tushunchalariga o'xshash **o'rtacha va oniy tezlanish** tushunchalari ham kiritiladi.

Oniy tezlanish kattalik bo'yicha o'zgaradigan tezlanish bo'lgan hol uchun aniqlanadi. U o'rtacha tezlanishdan $\Delta \vec{v}$ kattalikdagi tezlikni o'zgarishi sodir bo'ladigan Δt vaqt oralig'i kattaligiga farq qiladi. O'rtacha tezlanish qaralgan holda Δt vaqt oralig'i aniq bir chekli son qiymatga ega bo'ladi, oniy tezlanish qaralgan holda esa u cheksiz kichik bo'ladi. O'rtacha tezlanishni (1.3.3) formula bo'yicha, oniy tezlanishni esa quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin:

$$a_{\text{oniy}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} \text{ (1.3.4)}$$

Tezlanishni SI Xalqaro birliklar tizimidagi o'lchov birligi m/s^2 .

Mazkur laboratoriya ishida qaraladigan fizik kattaliklar: ko'chish, tezlik va tezlanish, yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, vektor kattaliklar hisoblanadi, chunki ularning har biri faqat o'z son qiymatlari bilan emas, balki harakatlanish yo'nalishlari bilan ham, ya'ni bitta emas ikkita parametr bilan tavsiflanadi (xarakterlanadi).

Vektor kattaliklar ustida biomexanik tadqiqotlar olib borish jarayonida u yoki bu amallarni (muolajalarni) bajarishga to'g'ri keladi. Chunonchi, tezlikni (1.3.1) formula bo'yicha topishda (aniqlashda) Δs vektor kattalik aynan shu Δt konstantaga bo'lingan edi, tezlanishni topishda esa $\vec{v}_2 - \vec{v}_1$ vektorlar ayirmasi ham shu kattalikka bo'lingan.

Endi vektorlar ustida amallar (muolajalar) bajarish usullarini batafsil qarab chiqamiz.

Yuqorida (14-betga qarang) aytib o'tilgan vektorlar ustidagi arifmetik amallar: qo'shish va ayirish, doimiy songa (konstantaga) ko'paytirish va bo'lish ikki yo'l bilan:

1) an'anaviy, ya'ni kompyuter imkoniyatlaridan foydalanmasdan va
2) standart kompyuter dasturlaridan (muolajalaridan) foydalanib bajarilishi mumkin.

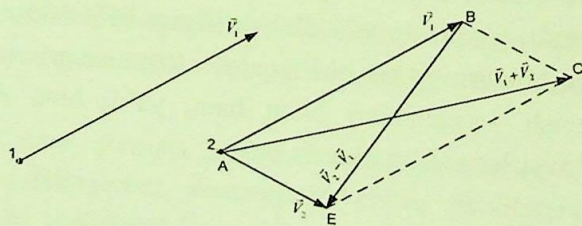
Vektorlarni qo'shish va ayirish an'anaviy usul (parallelogramm qoidasi).

Tekislikda vektorlarni (masalan, V_1 va V_2 tezlik vektorlarini) parallelogramm qoidasi bo'yicha qo'shish va ayirish quyidagicha amalga oshiriladi.

Ko'rsatilgan vektorlardan birini (masalan, V_1) chizma tekisligida (1.3.4-rasm) o'ziga o'zini parallel holda ikkinchi vektorning boshlanishigacha ko'chirib olib borilishi kerak.

Shunday yo'l bilan olingan geometrik figurani parallelogramm (1.3.4-rasm) shakligacha chizib yetkazish zarur.

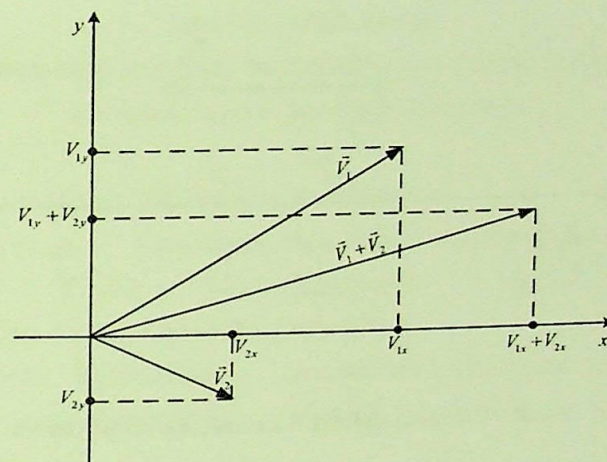
Uning (hosil bo'lgan parallelogrammning) AS diagonali V_1 va V_2 vektorlarning yig'indisiga, VE diagonal esa $-V_2$ va V_1 vektorlarning ayirmasiga teng bo'ladi.



5-rasm. Ikki vektorni qo'shish va ayirishning parallelogramm qoidasi.

2) vektorlarni qo'shish va ayirish amallarining kompyuterli muolajalari vektorlarni koordinata o'qlariga proyeksiyalari to'plami tasavvurlariga va ushbu koordinatalar bo'yicha bajarilishiga asoslangan.

Tabiiy-ki, natijaviy vektor ham xuddi shunga o'xshash koordinata o'qlariga tushirilgan proyeksiyalari to'plamidan iborat bo'ladi. Zarur bo'lgan hollarda olingan natijani geometrik vektor ko'rinishida tasvirlanishi mumkin (1.3.5-rasm).



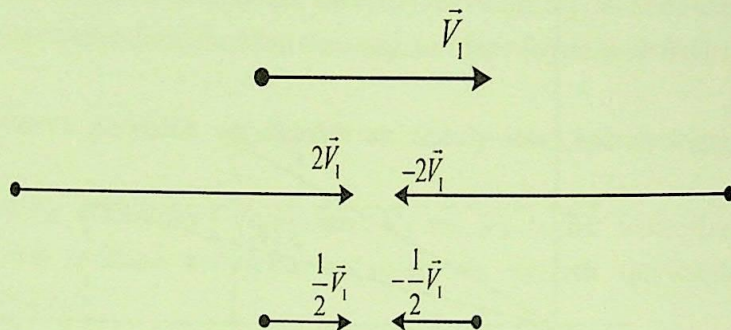
6-rasm. Koordinata o'qlariga tushirilgan proyeksiyalar bo'yicha olingan natijani geometrik vektor ko'rinishida tasvirlanishi.

Izoh. Kompyuterdan foydalanish imkoniyati bo'lmagan hollarda vektorlarni qo'shish va ayirishning mazkur bosqich i parallelogramm qoidasiga alternativa sifatida "qo'lda" bajarilishi mumkin.

Vektorlarni doimiy songa ko'paytirish va bo'lish

1) Biron (masalan, 1.3.6-rasmdagi V_1) vektorni doimiy (konstanta) kattalik yoki songa (S ga) ko'paytirish an'anaviy tarzda quyidagicha amalga oshiriladi: V_1 son (ya'ni V_1 vektorning moduli) C ga ko'paytiriladi, keyin uzunligi $V_1 \cdot C$ ga teng bo'lgan vektor chiziladi (quriladi). Shuning bilan birga, agar $C > 0$ bo'lsa, u holda $V_1 \cdot C$ vektorning yo'nalishi V_1 vektorning yo'nalishi bilan ustma-ust tushadi (bir yo'nalishda bo'ladi), agar $C < 0$ bo'lsa, u holda $V_1 \cdot C$ vektorning yo'nalishi V_1 vektorning yo'nalishiga qarama - farshi bo'ldi. Shuningdek, agar $|C| > 1$ bo'lsa, u holda $V_1 \cdot C$ vektorning uzunligi V_1 vektorni uzunligiga nisbatan S marta oshirishini va agar $|C| < 1$ bo'lsa, u holda $V_1 \cdot C$ vektorning uzunligi V_1 vektorni uzunligiga nisbatan S marta kamayishini ham ta'kidlash zarur.

Vektorni doimiy songa bo'lish amachiziq qarab chiqishni zarurati yo'q, chunki vektorni S ga bo'lish uni $1/S$ ga ko'paytirish bilan teng kuchli. (1.3.6-rasmda V_1 vektor va $V_1 \cdot C$ vektorning doimiyning turli $C=2, -2, 1/2, -1/2$ qiymatlari uchun ko'paytirishlar tasvirlangan)



7-rasm. Vektorni doimiy S kattalikka ko'paytirish.

2) vektorni koordinata ko'rinishida berilishida uni doimiy S kattalikka ko'paytirish va bo'lish amallari (muolajalari) koordinatalar bo'yicha amalga oshiriladi (14-betga qarang). Zarurat bo'lgan hollarda natijaviy vektor chiziladi (quriladi).

Yuqorida tavsiflab o'tilgan vektorlar bilan ishlash bosqichi sportchi tanasining UOMi tezlik va tezlanishini, zarur bo'lgan hollarda, qo'lda hisoblab topish imkoniyatini ham beradi. Faqat tezlik vektorining yo'nalishi doimo harakat yo'nalishi bilan ustma-ust tushishini yodda saqlash kerak bo'ladi.

To'g'ri chiziqli harakat uchun tezlanish vektori o'z yo'nalishi bo'yicha tezlik vektorini yo'nalishi bilan ustma-ust tushadi. Agar harakat tezlanuvchan, ya'ni $V_2 > V_1$ bo'lsa, u holda tezlanish tezlik bilan bir tomonga yo'nalgan, agar harakat sekinlanuvchan, ya'ni $V_2 < V_1$ bo'lsa, u holda tezlanish qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi.

Shuningdek, agar (1.3.1) va (1.3.3) yaqinlashadigan formulalardan foydalanilsa, ya'ni Δt , Δs , ΔV intervallar chekli bo'lganda tezlik va tezlanish ko'chish vektorining boshlanish joyidan chiqishi zarurligini ham ta'kidlab o'tish kerak.

Ishni bajarish tartibi

1-bosqich. Jismoniy mashqni bajarishda sportchi tanasining «UOMi koordinatalari» jadvalchiziqli tuzish.

1.1. Photoshop CS4 dasturini faollashtirish.

1.2. avvalgi - 1.2-laboratoriya ishida tayyorlangan «Sportchi tanasining UOM trayektoriyasi» faylini (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O.) yuklang.

1.3. Ko'z ko'rinishidagi bayroqchani faqatgina trayektoriya tasvirlangan videogrammaning birinchi lavhasida qoldirib, uni ko'rinadigan kiling.

1.4. Sichqonchani chertish (turtish) bilan birinchi lavhani uning tasvirini o'ng tomonidagi «Sloi» muloqot oynasida faollashtiring.

1.5. «RasChT.exe» (D/Biomexanika) dasturini ishga tushiring.

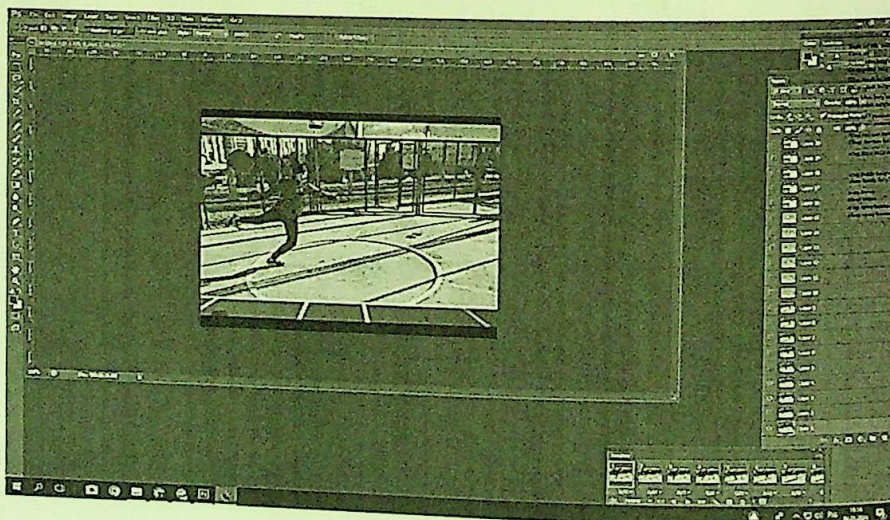
1.6. «RasChT.exe» dasturining muloqot oynasini shunday ko'chirib o'tkazing-ki, u birinchi lavhada tasvirlangan trayektoriyani to'lig'icha yopsin.

1.7. «RasChT.exe» dasturining muloqot oynasidagi surgich (dvijok) yordamida uni yarimshaffof qiling.



1.8. Sichqonchadan foydalanib menyuning «Zaxvat koordinat» bandini faollashtiring.

1.9. Kursorni videogrammaning birinchi lavhasiga mos keladigan UOM tasviriga o'rnatib va bir vaqtni o'zida **Ctrl** tugmasini va «**Probel**»ni bosgan holatda dasturning muloqot oynasida UOMining koordinatalarini qayd eting.

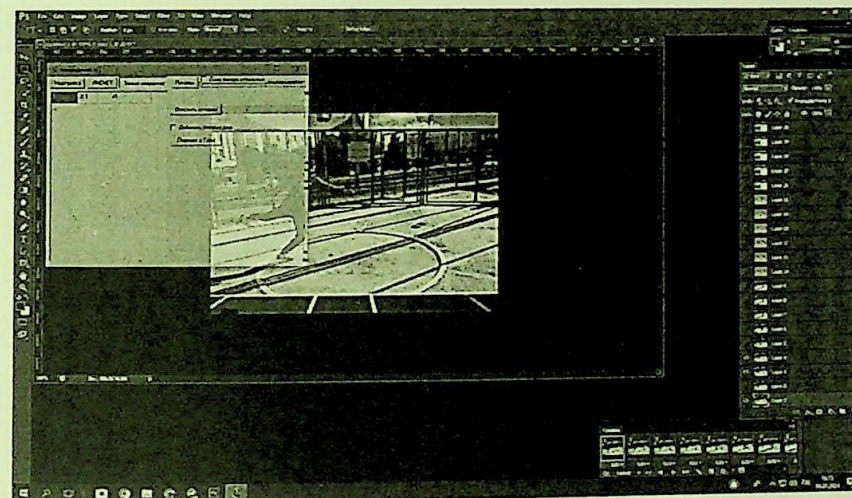


1.10. UOM trayektoriyasining boshqa nuqtalari uchun ham aynan shu amallarni (muolajalarni) bajarib chiqing.

1.11. menyuning «Perenos v Excel» bandini faollashtirib, olingan ma'lumotlarni Microsoft Excel elektron jadvalga o'tkazib, shunda «**List 1**» fayli ochiladi.

1.12. Sichqonchadan foydalanib olingan (ekranda hosil qilingan) jadvalni «ajrating» (belgilang), sichqonchani o'ng tugmasi bilan kontekst menyusini oching, «Kopirovat» buyrug'ini bajaring.

1.13. Elektron jadvalda tayyorlangan (D/Biomexanika/Obrasys oformleniya jadval v Excel/Joy dasturini tadqiq qilish) «Tezlik va tezlanishni aniqlash» dasturini ishga tushiring.



1.14. «Tezlik va tezlanishni aniqlash» dasturi jadvalidagi A va B ustunlarga sichqonchadan foydalanib «UOM koordinatalar» jadvalidagi ma'lumotlarni joylashtiring (o'rnatib).

1.15. Microsoft Excel (Fayl – soxranit kak...) menyusidan foydalanib (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O.) o'z papkangizdagi «Joy dasturini tadqiq qilish» dasturini saqlang.

2-bosqich. Sportchi tanasi UOMining tezlik va tezlanishini aniqlash.

2.1. Photoshop CS4 dasturini faollashtiring.

2.2. «Sportchi tanasining UOM trayektoriyasi» (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O.) faylini yuklang.

2.3. Ko'z ko'rinishidagi bayroqchani faqatgina trayektoriya tasvirlangan videogrammaning birinchi lavhasida qoldirib, uni ko'rinadigan kiling.

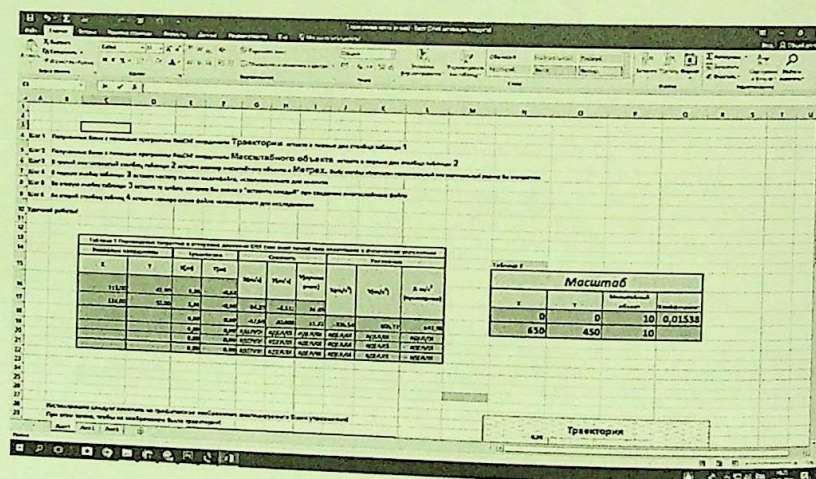
- Ko'rinadigan qilinishi zarur bo'lgan qatlamning ko'ziga sichqoncha kursorini o'rnatib

- **Alt** tugmasini ushlab (bosib) turgan holda sichqonchani chap tugmasini cherting (bosib).

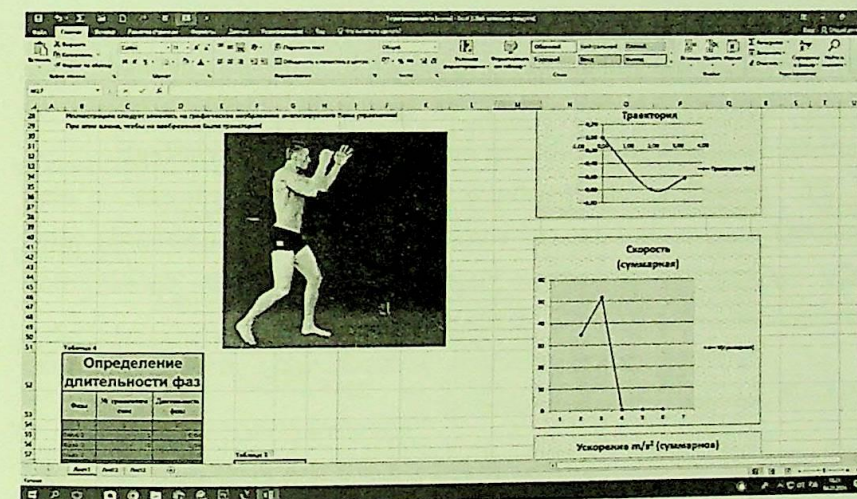
2.4. Masofa masshtabini aniqlang:

- **RasChT.exe** dasturini oching

- **RasChT.exe** dasturining mulqot oynasini **Photoshop CS4** dasturi oynasi ustiga joylashtiring.



- O'ng yuqori burchakda joylashgan harakatlantiruvchi belgidan foydalanib **RasChT.yexe** dasturining muloqot oynasini yarimshaffof qiling.
- Menyudagi «Захват координат» bandni faollashtiring.
- Sichqonchadan foydalanib kursorni uzunligi oldindan ma'lum bo'lgan masshtabni aniqlash uchun foydalaniladigan ob'yektning (masshtabli reyka, belgilash chizig'i, sportchi tanasining bio zvenosi) boshlanishiga o'rnatilgan.
- Masshtab ob'yektining boshlang'ich nuqtasi koordinatalarini aniqlang. Buning uchun **Ctrl** tugmasini ushlab (bosib) turgan holda probelni bosing.
- Sichqonchadan foydalanib kursorni uzunligi oldindan ma'lum bo'lgan masshtabni aniqlash uchun foydalanilayotgan ob'yektning (masshtabli reyka, belgilash chizig'i, sportchi tanasining bio zvenosi) oxiriga o'rnatilgan.
- Masshtab ob'yektining oxirgi nuqtasi koordinatalarini aniqlang. Buning uchun **Ctrl** tugmasini ushlab (bosib) turgan holda probelni bosing.



- Dasturning muloqot oynasidagi «Perenos v Excel» bandini sichqonchadan foydalanib bosib. Masshtab ob'yektining koordinatalari avtomatik tarzda Excel dagi «**Kniga 1**» ga joylashadi.
 - «**Kniga 1**»dan koordinatalarning nusxasini (kopiyasini) oling.
 - Microsoft Exceldagi «Joy dasturini tadqiq qilish» (D/Biomexanika/Obrasys oformleniya jadval v Excel) faylini oching. Ushbu faylda joy dasturini tadqiq qilish uchun mo'ljallangan bir qator jadvallar mavjud.
 - Koordinatalarni «Masofa masshtabini aniqlash» jadval ning dastlabki ikkita ustuniga joylashtiring.
 - Natijada olingan masshtab ko'rsatkichi avtomatik tarzda jadvalning mos «Tezlik va tezlanishni aniqlash» ustuniga o'tadi.
- 2.5. O'rganilayotgan video faylning qatlamlari o'rtasidagi vaqtni aniqlang.
- Birlamchi materialni suratga olish chastotasi to'g'risidagi ma'lumotlarni (masalan 300 davha/s.) «Qatlamlar o'rtasidagi vaqtni aniqlash» jadvachiziqng birinchi ustuniga qo'ying.
 - Tadqiqot uchun tanlangan lavhalar to'g'risidagi ma'lumotlarni (masalan har 10 tadan bittasi) «Har biridan foydalanildi?..» ustuniga qo'ying.

- O'rganilayotgan videofayl qatlamlari o'rtasidagi vaqtni hisoblash natijasini «Qatlamlar o'rtasidagi vaqtni aniqlash» jadvalchiziqning uchinchi ustunida paydo bo'ladi va avtomatik tarzda «Tezlik va tezlanishni aniqlash» jadvalchiziqning mos ustuniga o'tib joylashadi.

2.6. tezlik va tezlanishning X va Y koordinata o'qlari yo'nalishlaridagi tashkil etuvchi komponentalarini mos ustunlarda oling (ushbu ma'lumotlar dasturning yuqorida aytib o'tilgan yacheykalari to'ldirilgandan keyin avtomatik tarzda namoyon bo'ladi).

2.7. Microsoft Excel elektron jadvalchiziqning imkoniyatlaridan foydalanib quyidagi grafiklarni chizing:

- UOM trayektoriyasi (X va Y o'qlar bo'yicha koordinatalarning son qiymatlari asosida).

- gorizontaal tezlik.
- vertikal tezlik.
- natijaviy tezlik.
- gorizontaal tezlanish.
- vertikal tezlanish.
- natijaviy tezlanish.

2.8. Tuzilgan (yaratilgan) elektron jadvalni Microsoft Excelning «Soxranit kak» funksiyasidan foydalanib «Joy dasturining asosiy xarakteristikalarini» nomi bilan o'zingizni (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Joy dasturi) papkangizda saqlang.

2.9. O'zingizni (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Joy dasturi) papkangizga (D/biomexanika/Talabalarning O'quv qo'llanmaishlari bo'yicha hisobot shakllari) katalogidan nusxa ko'chiring.

2.10. Taklif etilayotgan shaklga mos holda joy dasturi to'g'risida quyidagi savollarga batafsil yozma javoblar nazarda tutilgan hisobot tayyorlang:

- Jism holati dasturi deb nimaga aytiladi? U qanday asosiy tashkil etuvchi qismlardan iborat?
- Joy dasturi qanday xarakteristikalarini o'z ichiga oladi?
- Trayektoriya, yo'l, ko'chish deb nimaga aytiladi?

- Jism UOMining tezligi deb nimaga aytiladi?
- Jism UOMining tezlanishi deb nimaga aytiladi?
- Vyektor deb nimaga aytiladi? Fizik kattaliklar vektorlar sifatida qanday tasavvur qilinadi?

- Vektorlar ustida arifmetik amallar (muolajalar) qanday bajariladi?

- Tadqiq qilinayotgan jismoniy mashqni bajarilishida UOM trayektoriyasini tashqi ko'rinishi qanday bo'ladi?

- Jism UOMining ko'chish vektori qanday kattalik va yo'nalishlar bilan xarakterlanadi?

- Jism UOMining tezlik vektori qanday kattalik va yo'nalishlar bilan xarakterlanadi?

- Jism UOMi tezlanish vektorining qanday kattalik va yo'nalishlarga ega bo'ladi?

- Jismoniy mashqni bajarish davomida tezlik qanday o'zgaradi?

2.11. «Joy dasturi» (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Joy dasturi) papkasida hisobotgizni saqlab qo'ying.

Mavzu bo'yicha suhbat uchun savollar

Nazariy savollar:

1. Joy dasturi deb nimaga aytiladi?
2. Joy dasturini tadqiq qilishda qanday xarakteristikalar o'rganiladi?
3. Sportchi tanasining UOMi deb nimaga aytiladi?
4. Sportchi tanasi UOMining trayektoriyasi deb nimaga aytiladi?
5. Nuqta o'tgan yo'l uning ko'chishidan nima bilan farq qiladi?
6. Tana zvenosining og'irlik markazi qayerda joylashgan bo'ladi?
7. Jism og'irligi qanday o'lchov birliklarida o'lchanadi?
8. Nuqtaning harakat tezligi deb nimaga aytiladi?
9. Nuqtaning harakat tezlanishi deb nimaga aytiladi?
10. Yo'lning vaqt bo'yicha birinchi hosilasi yo'ldan vaqt bo'yicha ikkinchi hosilasidan nima bilan farq qiladi?

Amaliy savollar:

1. Tayyor videomaterialdan va **Quick Time Player** dasturidan foydalanib **Adobe Photoshop CS4** dasturida tadqiqot o'tkazish uchun videofayl qanday yaratiladi?
2. Tadqiq qilinayotgan videofaylning qo'shni qatlamlari o'rtasidagi vaqt qanday aniqlanadi?
3. Jismoniy mashq bajarilishini tadqiq qilishda masofa masshtabi qanday aniqlanadi?
4. Sportchi tanasining UOM holati **RasChT** va **Adobe Photoshop** dasturlaridan foydalanib qanday aniqlanadi?
5. Jismoniy mashqni bajarishda sportchi tanasining UOMi harakat trayektoriyasini joy dasturini tadqiq qilishda olingan ma'lumotlardan va Excel elektron jadvali imkoniyatlaridan foydalanib qanday yaratish (chizish) mumkin?
6. Jismoniy mashqni bajarish davomida sportchi tanasining nuqtalarini tezligi va tezlanishi grafiklari qanday tartibda chiziladi?

VI.BOB. JISMONIY MASHQNI BAJARISHDA SPORTCHI TANASINING ORIYENTASIYASI DASTURI

Laboratoriya ishi

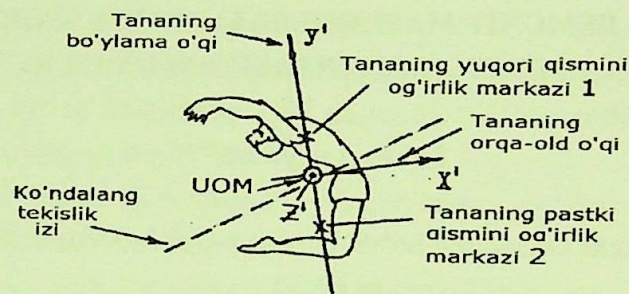
6.1. Sportchi tanasining bo'ylama o'q bo'yicha oriyentasiyasini aniqlash

Mashg'ulotning maqsadi: harakatlanish amachiziq bajarish davomida sportchi tanasining oriyentasiyasini aniqlashning grafoanalitik usuchiziq o'zlashtirish.

Nazariy ma'lumotlar

Jismoniy mashq bajarilishini tadqiq qilishda faqatgina sportchi tanasining ilgarilanma harakatini yaxlit holdagi harakat sifatida tavsiflaydigan (xarakterlaydigan) joy dasturini aniqlash yetarli emas. Bundan tashqari, yana jismning aylanma harakatining xususiyatlarini ochib beradigan yoki, boshqacha aytganda, mashqni bajarish davomida tananing xususiy (o'z) o'qlari bilan sanoq tizimi sifatida qabul qilingan qo'zg'almas to'g'ri burchakli koordinatalar tizimi o'qlari o'rtasidagi burchaklarni o'zgaradigan qonuniyatini tavsiflaydigan oriyentatsiya dasturi to'g'risidagi tasavvurga ega bo'lish ham kerak (ikkala koordinata tizimlarining sanoq boshlari UOMga joylashtirilgan).

Sportchi tanasining xususiy o'qlari harakat yo'nalishini aniqlash uchun uning tanasini (xayolan) ikkita vazni bo'yicha o'zaro teng bo'lgan qismga (odatda yuqori va pastki qism deb yuritiladi) bo'linadi va ushbu ikkita "yarim tana"larning har birini og'irlik markazi topiladi. Tananing konfiguratsiyasi qanchalik murakkab bo'lishidan qat'iy nazar, yuqorida aytib o'tilgan og'irlik markazi orqali oyoqdan boshga tomon yo'nalishda o'tkazilgan chiziq uning bo'ylama o'qi hisoblanadi. Ushbu o'q albatta tananing UOMi orqali o'tadi va bosh tomonga yo'nalgan bo'ladi (6.1-rasm).

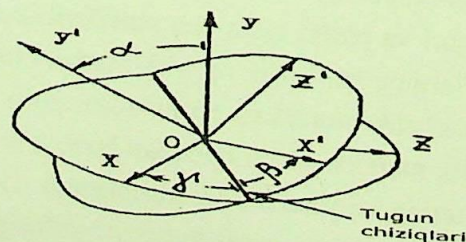


6.1-rasm. Tananing xususiy o'qlari va og'irlik markazlari.

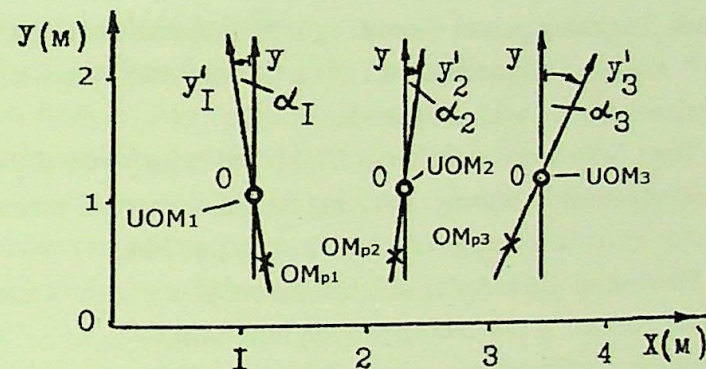
Boshqa ikkita (orqa-old va ko'ndalang) o'qlar ham tananing UOMi orqali o'tadi hamda bo'ylama o'qqa perpendikulyar va o'zaro bir-biri bilan perpendikulyar bo'ladi. Tananing bo'ylama o'qi Oy' bilan, orqa-old o'q Ox' bilan va ko'ndalang o'qi Oz' bilan belgilanadi. Rasmda Ox' o'q sportchi tanasining orqa-old yo'nalishi bo'yicha UOM orqali o'tadigan strelka bilan tasvirlangan. Oz' o'qi sportchi tanasining UOM orqali chapdan o'ngga o'tadigan strelka orqali tasvirlangan.

Tananing Oy' bo'ylama o'qi yo'nalishini, Shuningdek tana UOMi va tana yarimlaridan birining, masalan pastki qismning og'irlik markazi orqali boshga tomon yo'nalgan chiziq o'tkazish bilan ham aniqlash mumkin.

Tugun chiziqlari – bu sportchi tanasi bilan bog'liq bo'lgan koordinatalar tekisligidagi z Ox koordinatalar tizimi bilan qo'zg'almas zOx koordinatalar tizimi tekisligini kesishish chiziqlari (6.2-rasm).



6.2-rasm. Sportchi tanasining xususiy o'qlari bilan qo'zg'almas koordinatalar tizimi o'qlari orasidagi burchaklar.



6.3-rasm. Uchta jismlar uchun umumiy og'irlik markazlari.

Tananing xususiy o'qlari bilan qo'zg'almas koordinatalar tizimi o'qlari orasidagi burchaklar xuddi uchta Eyler burchagi singari aniqlanadi. Ular, odatda, yunon alifbosining α , β , va γ harflari yordamida belgilanadi.

α burchak tananing Oy bo'ylama o'qini qo'zg'almas koordinatalar tizimining vertikal Oy o'qidan og'ishini ko'rsatadi.

β burchak tanani o'zining xususiy bo'ylama Oy o'qi atrofida burilishi to'g'risida tasavvur hosil qilishga imkoniyat beradi.

γ burchak tananing bo'ylama Oy o'qini qo'zg'almas koordinatalar tizimining Oy o'qi atrofida konussimon burilishi to'g'risida xulosa chiqarish imkonini beradi.

Mazkur qo'llanmada tavsiflab o'tilgan biomekanik tadqiqotlarni o'tkazish uchun faqatgina tananing va uni zvenolarining tekislikdagi harakatlari tanlanganligi sababli oriyentatsiya bitta α burchak bilan beriladi.

Mazkur laboratoriya ishida hisoblash ishlarini soddalashtirish uchun biz tananing bo'ylama o'qini aniqlanishida ishtirok etadigan bitta yarmini, taxminan, oyoqlar tashkil etadi deb faraz qilamiz.

Ishni bajarish tartibi

1-bosqich. Tananing pastki qismini og'irlik markazini aniqlash.

1.1. O'z (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O.) papkangizda «Oriyentatsiya dasturi» papkasini yanating.

1.2. Unga «Sportchi tanasining UOM trayektoriyasi» faylining nusxasini (kopiyasini) ko'chiring. Faylning nomini «Sportchi tanasining bo'ylama o'qi oriyentatsiyasi»ga o'zgartirib qayta nomlang.

1.3. **Photoshop CS4** dasturini ishga tushiring va unda «Sportchi tanasining bo'ylama o'qi oriyentatsiyasi» faylini oching.

1.4.«Sloy» palitrasidagi ko'z ko'rinishidagi bayroqchani videogrammaning qolgan hamma lavhalarida yo'qotib videogrammaning birinchi lavhasini ko'rinadigan qiling.

- Ko'rinadigan qilinishi zarur bo'lgan qatlamning ko'zida sichqoncha kursorini o'rnatish.

- **Alt** tugmasini ushlab turgan holda sichqonchaning chap tugmasini cherting (bosing).

1.5. «D/Biomexanika» katalogida turgan «RasChT.exe» maxsus dasturini faollashtiring.

1.6. Menyuning «Nastroyka» bandini sichqonchadan foydalanib faollashtiring.

1.7. Tananing yuqori qismi biozvenolarining nisbiy vaznlarini mos yacheykalarga nul son qiymatlarini qo'yib nulga tenglashtiring.

1.8. Tananing (100%) nisbiy og'irliklarini biozvenolar bo'yicha taqsimlang. Shuning bilan birga, son biozvenolariga mos yacheykalarga uning 32 % dan nisbiy vaznini, boldirlarga 13% dan va tovonlarga 5 % dan qiymatlarni kiritish kerak.

1.9. Mos yacheykalarda sportchining vaznini nyutonlarda kiriting.

1.10. Sichqonchadan foydalanib menyuning «Nastroyka» bandini yoping.

1.11. «RasChT.exe» dasturining muloqot oynasidagi yechaykani siljitib, uni yarimshaffof qiling.

1.12.«RasChT.exe» dasturining muloqot oynasini siljitib videogrammaning birinchi lavhasini ustiga joylashtiring.

1.13. Sportchi tanasini ustida quyidagi asosiy bo'g'inlarni va xarakterli nuqtalarni belgilang:

- Markirovka qilinishi mo'ljallangan nuqtalar ro'yxatini sichqonchaning chap tugmasini ro'yxatdagi birinchi (boshning og'irlik markazi) bo'yicha turtish bilan faollashtiring.

- Dastlabki 10 ta nuqtani, yuqori qismdagi biozvenolar vaznsizligi sababli, ixtiyoriy ravishda belgilang.

- tos-son bo'g'inlarni belgilang.

- tizza bo'g'inlarini belgilang.

- Boldir-tovon bo'g'inlarni belgilang.

- Tovonning oxirlarini (orqa uchlarini) belgilang.

- Tovonning (oldingi) uchlarini belgilang.

1.14. Sichqonchadan foydalanib menyudagi «Raschet» tugmasini faollashtirib, tadqiq qilinayotgan lavha uchun sportchi oyoqlarining og'irlik markazi holatini aniqlang.

1.15. Oyoqlarning og'irlik markazi tasvirini tadqiq qilinayotgan lavhaga kiriting:

- **Photoshop CS4** dasturning muloqot oynasini faollashtiring.

- Sichqonchadan foydalanib ro'yxatdagi tadqiq qilinayotgan lavha tasvirini chap yonida joylashgan «Panja» qurilmasini (instrumentini) tanlang.

- Panjaning parametrlarini (diametrini, rangini, qattiqligini; masalan: 5 piksyel, qizil, 100%) kiriting.

- Kursorni «RasChT.exe» dasturi muloqot oynasidagi oyoqni og'irlik markazii tasviri ustiga keltiring.

- Kursorni qimirlatmasdan va **Alt** tugmasi bilan **Tab** tugmasini birgalikda bosib (ushlab) **Photoshop CS4** dasturiga o'ting.

- Sichqonchani turtish bilan UOM holati tasviri ustiga keltiring.

1.16. Bayroqchani (u ko'z shaklida) o'rnatib, keyingi lavha tasvirining qatlamini ko'rinadigan qiling:

- sichqoncha kursorini ko'rinadigan qilinishi kerak bo'lgan qatlamning ko'ziga o'rnatish.

- **Alt** tugmasini bosib (ushlab) turib sichqonchaning chap tugmasini cherting.

1.17. «Sloi» palitrasida sichqonchani chap tugmasini turtib tadqiq qilinayotgan tasvirni o'ng yonidagi qatlamining ma'lumotlarini faollashtiring.

1.18. Yuqorida tavsiflangan 1.12 – 1.15 bandlardagi amallarni (muolajalarni) bajarib chiqing.

1.19. Xuddi shunday tarzda oyoqlarning og'irlik markazi tasvirini videogrammaning hamma lavhalariga kiriting.

2-bosqich. Tananing bo'ylama o'qini chizish.

2.1. «Chiziq» uskunasi (instrumentini) faollashtiring va uning parametrlarini (qalinligini, rangini, usuchiziq (stichiziq), chiziqlarning oxiridagi strelkani) sozlashni bajaring.

2.2. Ko'z shaklidagi bayroqcha o'rnatib, videogrammaning birinchi lavhasi qatlamining tasvirini ko'rinadigan qiling (qolgan qatlamlarda aytib o'tilgan bayroqchalarni olib tashlang).

- sichqoncha kursorini ko'rinadigan qilinishi kerak bo'lgan qatlamni ko'ziga o'rnatib.

- **Alt** tugmasini bosib (ushlab) turib sichqonchaning chap tugmasini cherting.

2.3. «Sloi» palitrasidagi qatlam tasvirini o'ng yonida turtish bilan qatlam ma'lumotlarini faollashtiring.

2.4. Kursorni sportchi oyoqlarining og'irlik markaziga o'rnatib, sichqonchaning chap tugmasini turtib (bosib) va uni qo'yvormasdan turib, tananing UOM orqali to'g'ri chiziq o'tkazib (uskuna (instrument) to'g'ri sozlangan holda o'tkazilgan chiziqlarning oxirida o'qining «oyoqlardan boshga» tomon yo'nalishini ko'rsatadigan strelka joylashgan bo'lishi kerak).

2.5. Kursorni xuddi shunday tarzda **Shift** tugmasini bosib turgan holda sportchi tanasining UOMiga o'rnatib, sichqonchani yuqoriga siljitib vertikal o'q o'tkazib. Buning natijasida o'qlar tasvirlangan yangi qatlam paydo bo'ldi.

2.6. O'qlarning tasvirini joylashtirish kerak bo'lgan qatlamni faol qiling, sichqonchaning o'ng tugmasi bilan kontekst menyuni chaqiring va «Ob'yedinit vidimyye» opsiyasini faollashtiring.

2.7. Yuqoridagi 2.2.–2.6 bandlarda tavsiflangan amallarni (muolajalarni) videogrammaning keyingi qatlamlari uchun takror bajaring. Ishlov berilgan qatlamlarning ko'zini olib tashlashni unutmang, chunki «Ob'yedinit vidimyye» buyrug'iga binoan ular ishlov beriladigan qatlamlar bilan birlashtiriladi.

2.8. «Sportchi tanasining bo'ylama o'qi oriyentatsiyasi» faylini saqlab qo'yib.

3-bosqich. Sportchi tanasining bo'ylama o'qi oriyentatsiyasini aniqlash.

3.1. Photoshop CS4 dasturini ishga tushiring.

3.2. «Sportchi tanasining bo'ylama o'qi oriyentatsiyasi» (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Oriyentatsiya dasturi) faylini oching.

3.3. «Lineyka» uskunasi (instrumentini) tanlang.

3.4. Ko'z shaklidagi bayroqchani o'rnatib, videogrammaning birinchi lavhasi tasvirlangan qatlamni ko'rinadigan qiling (qolgan qatlamlarda aytib o'tilgan bayroqchalarni olib tashlang).

- Sichqoncha kursorini ko'rinadigan qilinishi kerak bo'lgan qatlamning ko'ziga o'rnatib.

- **Alt** tugmasini ushlab (bosib) turib sichqonchaning chap tugmasini bosib (cherting).

3.5. Tananing bo'ylama o'qini sanoq tizimining vertikal o'qidan og'ish burchagini aniqlang:

- kursorni UOMni ustiga olib keling.

- **Shift** tugmasini bosib (ushlab) turib, sichqonchaning chap tugmasi bilan sanoq tizimining vertikal o'qi bo'ylab to'g'ri chiziq o'tkazib.

- kursorn UOMga qaytaring
- **Alt** tugmasini bosib (ushlab) turgan holda, sichqonchaning chap tugmasini bosib (ushlab), sportchi tanasining bo'ylama o'qi bo'ylab to'g'ri chiziq o'tkazing.

3.6. «Svernut v okno» (o'ng yuqori burchakda, «Закрѳт» belgisi yonida) buyrug'ini faollashtiring

3.7. Microsoft Exceldagi «Oriyentatsiya dasturini tadqiq qilish» (D/Biomexanika/Obrazы oformleniya jadval v Excel/Oriyentatsiya dasturini tadqiq qilish) faylini faollashtiring. «Oriyentatsiya dasturini tadqiq qilish» fayli tarkibida tadqiqot uchun kerak bo'ladigan tayyor elektron jadvallar mavjud.

3.8. «Svernut v okno» buyrug'ini faollashtiring.

3.9. Sichqonchadan foydalanib **Photoshop CS4** va **Excel** dasturlarining muloqot oynalarini shunday joylashtiring-ki, ularning ikkovi bir vaqtni o'zida ko'rinib turadigan bo'lsin.

3.10. **Photoshop CS4** dasturining menyusi ostida joylashgan tananing bo'ylama o'qi oriyentatsiyasining burchagi son qiymatini aniqlang va uni «Oriyentatsiya dasturida burchak tezlik (ω) va burchak tezlanishni (ϵ) aniqlash» elektron jadvalidagi birinchi ustunning mos satriga mos ishora bilan chiqaring.

Photoshop CS4 dasturi burchakning son qiymati moduchiziq aniqlaydi. Shuning uchun sanoq tizimining vertikal o'qiga nisbatan tananing bo'ylama o'qini burilishi «soat strelkasi yo'nalishiga qarama-qarshi» bo'lsa, u holda «+» ishora bilan va bo'ylama o'qini burilishi «soat strelkasi yo'nalishi» bo'yicha sodir bo'lganida «-» ishora bilan ochiziqshini inobatga olish kerak.

3.11. Yuqorida videogrammaning birinchi lavhasi uchun amalga oshirilgan 3.4, 3.5 va 3.9 bandlarda tavsiflagan amallarni (muolajalarni) ikkinchi, uchinchi va boshqa lavhalar uchun bajaring.

3.12. Soxranit nuyu u «Oriyentatsiya dasturini tadqiq qilish» elektron jadvachiziq (**Microsoft Excel** dagi «Soxranit kak» funksiyasidan foydalanib) «Oriyentatsiya dasturi» (D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Oriyentatsiya dasturi) papkasida saqlang.

VII.BOB. SPORTCHI TANASINING BURCHAK TEZLIGI VA TEZLANISHINI ANIQLASH

Laboratoriya ishi № 2.2

Mashg'ulot maqsadi: jismoniy mashqni tadqiq qilinayotgan fazasida sportchi tanasining burchak tezligi va burchak tezlanishini aniqlashning analitik usuchiziq o'zlashtirish.

Nazariy ma'lumotlar

Oldingi laboratoriya ishidagi singari, asosiy (bazaviy) koordinatalar tizimining sanoq boshini va sportchi tanasining xususiy o'qlari tizimi sanoq boshini sportchi tanasini UOMi bilan ustma-ust tushadi deb hisoblaymiz.

Oriyentatsiya dasturini aniqlashda jismoniy mashqni bajarishning tadqiq qilinayotgan fazasida sportchi tanasining xususiy o'qlarini burilish burchaklarini o'zgarishi bo'ysunadigan qonunni tavsiflash kerak.

Biroq, yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, mazkur qo'llanmada biomexanik tadqiq qilishni amalga oshirish uchun tananing va uning zvenolarining faqatgina yassi tekislikdagi harakatlari tanlab olingan. Shuning uchun, sportchi tanasining oriyentatsiyasi faqat bitta Eyler burchagini – α burchakni aniqlashga olib kelinadi.

Biroq, jismoniy mashqni bajarishning tadqiq qilinayotgan fazasida sportchi tanasining xususiy o'qlarini (biz qarayotgan holda bo'ylama o'qni) burilish burchaklarini vaqt o'tib borishi bilan o'zgarishi bo'ysunadigan qonunini tavsiflash uchun bitta α burchakni olish yetarli bo'lmaydi. Bundan tashqari, yana **burchak tezlik va burchak tezlanish** tushunchalari ham kerak bo'ladi.

Jismning burchak tezligi - sportchi tanasining burchak holati qanchalik tez o'zgarishini ko'rsatadigan fizik kattalik.

Jismning burchakli holati bo'ylama o'qning burchakli vaziyati, ya'ni bazaviy (asosiy) Oy o'q bilan sportchi tanasining bo'ylama o'qi o'rtasidagi burchak bilan aniqlanadi.

Burchak tezlikni miqdor jihatidan aniqlash imkoniyatini beradigan formulani olish uchun tananing **burchak ko'chishi** tushunchasini kiritishimiz kerak.

t_1 vaqt momentida jismning burchakli vaziyati φ_1 , t_2 ($t_2 > t_1$) vaqt momentidagi burchakli vaziyati esa φ_2 bo'lsin. Bunday holda

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

ayirmani (farqni) **jismning** $\Delta t = t_2 - t_1$ vaqt davomida **burchakli ko'chishi** deb aytiladi va burchakli tezlik miqdor jihatidan quydagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}, \quad (2.2.1)$$

ushbu formuladagi $\Delta\varphi$ radianlarda, Δt esa – sekundlarda o'lchanadi (ifodalanadi).

Burchakli tezlik sekundiga radianlarda (radian taqsim sekund deb ham aytilishi mumkin; rad/s) o'lchanadi (ifodalanadi). (2.2.1) formuladan yoki doimiy (o'zgarmas) burchakli tezlik kattaligini aniq aniqlash uchun yoki o'zgaruvchan burchakli tezlikning o'rtacha son qiymatini hisoblab topish uchun foydalanish mumkin.

O'zgaruvchan burchakli tezlikning kattaligini ushbu vaqt momentda aniq aniqlash uchun quyida keltirilgan cheksiz kichik vaqt oralig'i uchun aniqlanadigan oniy burchakli tezlik formulasidan foydalaniladi:

$$\omega_{\text{oniy}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt} \quad (2.2.2)$$

Burchak tezlanish vaqt o'tib borishi bilan burchakli tezlikning o'zgarish tezligini tavsiflaydi (xarakterlaydi). U son qiymati bo'yicha burchakli tezlikning kattaligi o'zgarishini shu

o'zgarish sodir bo'lishi uchun sarflangan Δt vaqt oralig'iga bo'lish yo'li bilan aniqlanadi:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}, \quad (2.2.3)$$

ushbu formulada

$\Delta\omega$ – jismning boshlang'ich burchakli vaziyatdan oxirgi burchakli vaziyatgacha burchakli ko'chishidagi burchakli tezligini o'zgarishi;

Δt – jismning burchakli tezligi $\Delta\omega$ kattalikka o'zgarishi (ortishi yoki kamayishi) sodir bo'lgan vaqt oralig'i.

2.2.3 formuladan yoki doimiy (o'zgarmas) burchakli tezlanish kattaligini aniq aniqlash uchun yoki o'zgaruvchan burchakli tezlanishning o'rtacha son qiymatini hisoblab topish uchun foydalaniladi.

O'zgaruvchan burchakli tezlanishning kattaligini ushbu vaqt momentda aniq aniqlash uchun quyida keltirilgan cheksiz kichik vaqt oralig'i uchun aniqlanadigan oniy burchakli tezlanish formulasidan foydalaniladi:

$$\bar{\varepsilon}_{\text{oniy}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t}. \quad (2.2.4)$$

Burchakli tezlanish sekund kvadratiga radianlarda (radian taqsim sekund kvadrat deb ham aytilishi mumkin; rad/s²) o'lchanadi (ifodalanadi).

Burchakli ko'chishlar, burchakli tezlik va burchakli tezlanish vektor kattaliklar hisoblanadi. **Sportchining burchakli ko'chish va burchakli tezlik vektorlarining yo'nalishi parma qoidasi bo'yicha aniqlanadi:** ushbu vektorlarning yo'nalishi parma dastasi aylanish yo'nalishi bo'yicha harakatlanganda parmaning uchini harakatlanish yo'nalishi bilan mos tushadi.

Jism chizma tekisligida aylantirilganda burchakli tezlik vektori mazkur tekislikka perpendikulyar va soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha aylantirilganda «kuzatuvchidan uzoqlashadigan», soat strelkasi

yo'nalishiga qarama-qarishi aylantirilganda esa «kuzatuvchiga tomon yaqinlashadigan» yo'nalishda harakatlangan bo'ladi.

Burchakli tezlanish vektorining yo'nalishini aniqlash uchun ushbu burchakli tezlanishni ta'sir ko'rsatishi ostida jismning (tananing) burchakli tezligi kamayganligini yoki oshganligini aniqlash kerak. Agar ushbu burchakli tezlikning ortib borishi sodir bo'lgan bo'lsa, u holda burchakli tezlanishning yo'nalishi burchakli tezlikning yo'nalishi bilan ustma-ust tushadi, agarda kamayishi sodir bo'lgan bo'lsa, u holda burchakli tezlanishning yo'nalishi burchakli tezlik yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi

1-bosqich. Burchakli tezlik va burchakli tezlanishni aniqlash.

1.1. «D/Biomexanika/Talaba/F.I.O./Oryentatsiya dasturini tadqiq qilish» katalogida joylashgan «Oryentatsiya dasturini tadqiq qilish» elektron jadvachiziq oching.

1.2. Video fayldagi tadqiq qilinadigan qatlamlar o'rtasidagi vaqt oralig'ini aniqlang.

- Birlamchi (dastlabki) materialni suratga olish chastotasi to'g'risidagi ma'lumotni (masalan 300 k/s) «Qatlamlar o'rtasidagi vaqtni aniqlash» jadvalning birinchi ustuniga joylashtiring.

- Tadqiqotlar o'tkazish uchun tanlangan lavhalar to'g'risidagi ma'lumotlarni (masalan har 10 tadan bittasi) «Har biridan foydalanildi??...» ustuniga joylashtiring.

- Videofaylning tadqiq qilinadigan qatlamlari o'rtasidagi vaqtni hisoblash natijasi «Qatlamlar o'rtasidagi vaqtni aniqlash» jadvachiziqning uchinchi ustunida paydo bo'ladi va avtomatik tarzda «Oryentatsiya dasturida burchakli tezlik va burchakli tezlanishni aniqlash» jadvachiziqning mos ustuniga olib borib joylashtiriladi.

1.3. Jadvaldagi mos ustunlarda keltirilgan burchakli tezlik va burchakli tezlanish (ushbu ma'lumotlar dasturning yuqorida aytib o'tilgan yacheykalarini to'ldirgandan keyin avtomatik tarzda namoyon bo'ladi) son qiymatlarini oling (qayd qiling).

2-bosqich. Burchakli tezlik va burchakli tezlanishning vaqtga bog'liq grafiklarini chizish.

2.1. Jadvalidagi «Burchakli tezlik» ustunining ma'lumotlaridan foydalanib tananing bo'ylama o'qi burchakli tezligini vaqtga bog'liqlik grafigini chizing.

2.2. Jadvalning «Burchak tezlanish» ustunidagi ma'lumotlardan foydalanib tananing bo'ylama o'qi burchakli tezlanishini vaqtga bog'liqlik grafigini chizing.

2.3. «Oryentatsiya dasturi» (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O.) papkasiga «Oryentatsiya dasturi bo'yicha talabaning hisoboti» (disk D/Biomexanika/Talabalarning O'quv qo'llanmaishlari bo'yicha hisobot shakllari) faylining nusxasini (kopiyasini) ko'chiring va jismoniy mashqni bajarishda sportchi tanasining tadqiq qilinadigan fazasida oriyentatsiya dasturi to'g'risida quyidagi savollarga javob berib, zarur bo'lgan hollarda olingan grafiklarni ilova qilgan holda, yozma shakldagi xulosa chiqaring:

- Jismning (tananing) burchakli tezligi va burchakli tezlanishi deb nimaga aytiladi? Ular qanday formulalar bo'yicha aniqlanadi?

- Burchakli tezlik va burchakli tezlanish qanday o'lchov birliklarida o'lchanadi (ifodalanadi)?

- Burchakli tezlik va burchakli tezlanish vektorlarining yo'nalishi qanday qoidaga ko'ra aniqlanadi?

- Bajarilayotgan mashqni tadqiq qichiziqshida qo'zg'almas XOY koordinatalar tizimining OY o'qi bilan tananing (jismning) OY' bo'ylama o'qi o'rtasidagi burchakning kattaligi qanday bo'ladi?

- Tadqiq qilinayotgan jismoniy mashqni bajarilishida tananing (jismning) aylanishi burchakli tezligini qanday kattaliklar tavsiflaydi (xarakterlaydi)?

- Jismoniy mashqda tanaga (jismga) biron nuqtada ta'sir ko'rsatayotgan burchakli tezlanish vektorining kattaligi qanday aniqlanadi?

- Burchak tezlanish jismoniy mashq bajarilishining turli fazalarida sportchi tanasining aylanishiga qanday tezlanuvchan yoki sekinlanuvchan ta'sir ko'rsatadi?

- Jismoniy mashqning turli fazalarida burchakli tezlik va burchakli tezlanish vektorlari qanday (kuzatuvchiga tomon yaqinlashuvchi yoki kuzatuvchidan uzoqlashuvchi) yoʻnalgan boʻladi

Mavzu boʻyicha savollar

Nazariy savollar:

1. Oriyentatsiya dasturi deb nimaga aytiladi?
2. Oriyentatsiya dasturi doirasida qanday xarakteristikalar tadqiq qilinadi?
3. Tananing (jismning) xususiy oʻqlari qanday chiziladi?
4. SI Xalqaro birliklar tizimida burchak qanday oʻlchov birligi bilan oʻlchanadi (ifodalanadi) va bunday oʻlchov birligining kiritilishini maqsadga muvofiqligi nimada?
5. Eyler burchaklari sportchi tanasining OY boʻylama oʻqining qanday burilishlarini tavsiflaydi (xarakterlaydi)?
6. Sportchi tanasining boʻylama oʻqini yoʻnalishi uning ixtiyoriy vaziyatida (pozasida) qanday aniqlanadi?
7. Qoʻzgʻalmas koordinatalar tizimining OY oʻqi bilan sportchi tanasining OY boʻylama oʻqi oʻrtasidagi burchak kattaligi qanday aniqlanadi? Ushbu burchakning ishorasi qanday aniqlanadi?

Amaliy savollar:

1. **RasChT** dasturidan foydalanib tananing pastki qismini ogʻirlik markazi (oyoqlarni ogʻirlik markazi) qanday aniqlanadi?
2. **Tananing (jismning)** boʻylama oʻqi qanday chiziladi?
3. Sanoq tizimining OU oʻqiga nisbatan tananing boʻylama OU oʻqini ogʻish burchagi qanday oʻlchanadi?
4. Excel dasturida burchakning gradusli oʻlchov birligidan radianli oʻlchov birligiga qanday oʻtiladi?
5. Videofaylning tadqiq qilinadigan qoʻshni qatlamlari oʻrtasidagi vaqt qanday aniqlanadi?
6. Jismoniy mashqni bajarishda sportchi tanasi boʻylama oʻqining burchakli tezligi va burchakli tezlanishini grafigi qanday chiziladi

VIII.BOB. Jismoniy mashq bajarilishida sportchi tanasining pozasi dasturi

Laboratoriya ishi

8.1. Jismoniy mashqni bajarilishida sportchi tanasining pozasini tadqiq qilish tavsifi

Mashgʻulotning maqsadi: 1. Jismoniy mashqni bajarilishida tananing pozasini analitik tavsiflashning indeksli usuli bilan tanashib chiqish.

2. Sportchi pozasini indeksli usuldan foydalanib tavsiflashni, Shuningdek ularning oʻzgarishini tahlil qilishni oʻrganish.

Nazariy maʼlumotlar

Jismoniy mashqni bajarilishida sportchi tanasining holati dasturini uchinchi tashkil qiluvchi qismi poza dasturi hisoblanadi (Poza – sportchi tanasining konfiguratsiyasini aynan oʻzidir. U boʻgʻin burchaklarini oʻzgarishi bilanoq oʻzgarib turadi).

Poza dasturi jismoniy mashqni bajarish davomida tananing boʻgʻinlari burchaklarini va ular bilan bogʻliq pozani oʻzgarishi boʻysunadigan qonuniyatlarini tavsiflaydi.

Zikr etilgan oʻzgarishlar ayrim jismoniy mashqlarni bajarilishida tanani yaxlit holda fazoda talab qilinganidek koʻchishiga erishish imkoniyatini beradi, boshqalarida - mashqni ijro etilishidan olinadigan vizual tasavvurlarni kuchaytirish imkoniyatini beradi, uchinchilarida – musobaqa qoidalari boʻyicha mashqni ijro etilishiga qoʻyladigan talablarni bajarish imkonini yaratadi va shu singarilar.

Boʻgʻinlardagi burchaklar va ularning kattaligini oʻzgarishini sportchi tanasining biokinematik zanjirlar: oyoqlar, qoʻllar, umurtqa pogʻonasi va bosh tizimidan tashkil topgan modeli koʻrinishidagi tasavvuriga asoslanadigan indeksli usuldan foydalanib tavsiflash matematik jihatdan qulay. Aytilgan ushbu model sxematik tarzda 3.1.1-rasmda tasvirlangan.

Tizimning hamma biokinematik zanjirlari tartib raqamlari orqali belgilangan: o'ng oyoqqa 1 tartib raqami, chap oyoqqa – 2, o'ng qo'lga – 3, chap qo'lga – 4, bosh bilan umurtqa pog'onasiga – 5 tartib raqamlari berilgan.

Har bir biokinematik zanjirning bo'g'inlari va siljuvchan birikmalari ham ma'lum tartib raqamlari bilan belgilangan.

Umurtqa pog'onasidagi dumg'aza va bel bo'limlari 1- tartib raqamida, 2 – bel va ko'krak bo'limlari, 3 - ko'krak va bo'yin bo'limlari, 4 – atlanto-bo'yin bo'g'ini.

Qo'llarda 1-tartib raqami yelka bo'g'inlari, 2-tirsak, 3-qo'l panjalari.

Oyoqlarda 1-tos son bo'g'inlari, 2-tizza, 3-boldir-tovon, bo'g'inlar.

Sportchi jismoniy mashqni bajarish davomida amalga oshiradigan turli bo'g'in harakatlariga ham tartib raqamlari berilgan: sirkumduksion harakatga sgibatelno-razgibatelnomu harakatga 2, rotasion, ya'ni anatomiyada tip sifatida ma'lum harakatga – 3.

Yuqorida bayon etilganlarni inobatga olgan holda, yunon harfi φ_{abc} bilan belgilanadigan bo'g'in burchagi, o'ng tomonda pastda joylashgan uchta harfli (raqamli) indekslar tavsiflaydi (xarakterlaydi). Shuning bilan birga, chapdagi birinchi indeks biokinematik zanjirning tartib raqamini, ikkinchisi - bo'g'indagi harakat tipiga mos keladigan bo'g'inning tartib raqamini anglatadi.

O'rganilayotgan tananing (jismning) pozasini va uning o'zgarishlarini indeksli tavsiflash usuchiziqng imkoniyatlarini kengaytirish maqsadida quyidagi uchta guruhdagi indekslar (har bir indeksni belgilash uchun lotin alifbosining harflaridan foydalanilgan) kiritildi:

Qayd qiluvchi indekslar	Siljuvchi indekslar	Maxsus mo'ljallangan indekslar
a, b, c, d, f, g, h	i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s	t, v, u, w, x, y, z

Qayd qiluvchi indekslar qachonki gap o'rganilishi mumkin bo'lgan ob'yektlar to'plamidan bitta qandaydir ob'yekt: biron-bir zanjir, bitta

bo'g'in, bo'g'indagi harakatning biron-bir tipi to'g'risida ketyapgan hollarda qo'llanishi kerak.

1-misol: φ_{abc} ifoda qandaydir bo'g'inli burchak a tartib raqamli (nomerli) biokinematik zanjir tomonidan tartib raqami (nomeri) b bo'lgan bo'g'inda s tartib raqamga (nomerga) ega bo'lgan tipdagi bo'g'inli harakat natijasida vujudga kelganligini (tashkil topganligini) anglatadi.

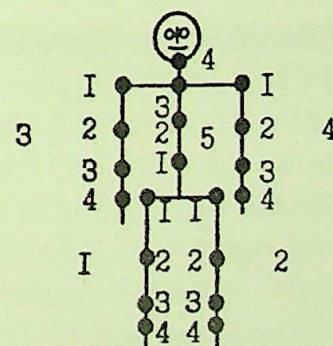
Yuqorida aytib o'tilgan siljuvchi indekslardan gap ushbu indekslar bilan belgilanishi mumkin bo'lgan hamma ob'yektdar to'g'risida ketyapgan hollarda foydalanish kerak.

2-misol: φ_{1k3} ifoda o'ng oyoqning (bu haqida 1 indeks dalolat beradi) hamma bo'g'inlaridagi burchaklar bir vaqtini o'zida (birdaniga, ushbu faktning mavjudligini k siljuvchi indeks ko'rsatadi) rotasion bo'g'inli tipdagi harakatni (bu uchinchi 3 indeks bilan aniqlanadi) bajarish natijasida ekanligi nazarda tutilishini anglatadi.

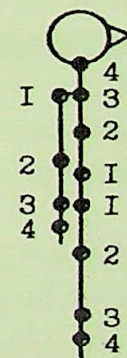
Maxsus mo'ljallangan indekslar vujudga keladigan har bir aniq (konkret) hollarda ishlatiladi (aytib olinadi).

Biz vaqtini t bilan, chiziqli tezlikni V bilan, nuqta (jism yoki boshqalarning) koordinatalarini x, u, z bilan va shu singari belgilaymiz.

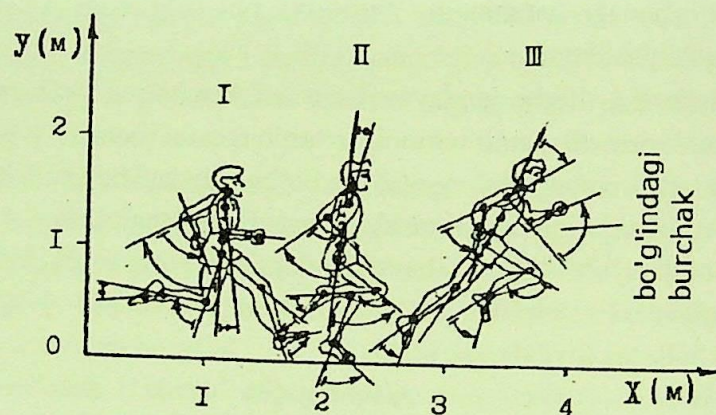
t vaqt indeksini bo'g'inli burchakni anglatadigan yunon harfining o'ng-yuqori qismida (o'ng-yuqori indeksda) joylashtiramiz.



3.1.1-rasm. Biokinematik zanjirlar tizimidan tashkil topgan sportchi tanasi modeli.



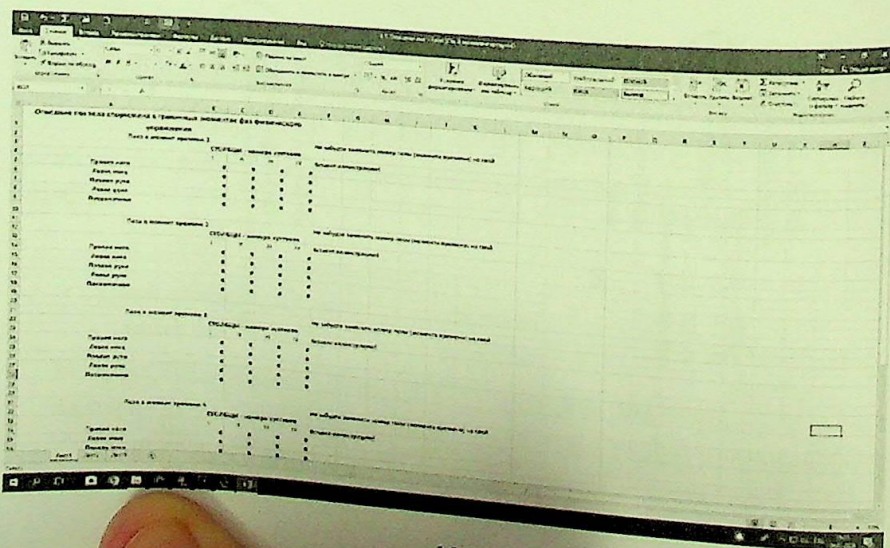
3.1.2-rasm. Biokinematik zanjirlar tizimidan tashkil topgan sportchi tanasi modelida o'ng qo'l.



3.1.3-rasm. Biokinematik zanjirlar tizimidan tashkil topgan sportchi tanasi modechiziq harakati.

3-misol: ϕ'_{112} ifoda t vaqt momentida o'ng oyoqning tos-son bo'g'inidagi bukuvchi-yoyuvchi tipdagi bo'g'inli harakat natijasida vujudga keladigan bo'g'inli burchagi qaralishini (o'rganilayotganligini) anglatadi.

Agar bo'g'inli burchak boshlang'ich (nulinchi) vaqt momentida tavsiflanayotgan bo'lsa, u holda t_0 vaqt indeksi ϕ harfining yuqori-o'ng tomonida yoziladi.



4-misol: ϕ_{322} ifoda t_0 boshlang'ich vaqt momentida bukuvchi-yoyuvchi tipdagi o'ng qo'lning tirsak bo'g'inidagi bo'g'inli harakat natijasida vujudga kelgan burchak nazarda tutilganligini anglatadi.

Yuqorida keltirilgan usul sportchi harakatlanish apparatining boshqa ob'yektlarini: tana biozvenolarini, zvenolar massasini, inersiya momentlarni va boshqalarni tavsiflash maqsadlari yo'lida ham osongina qo'llanishi mumkin. Buning uchun ϕ harfini o'rganilayotgan (tadqiq qilinayotgan) ob'yektning mos belgisiga almashtirish va kerakli indeks raqamlaridan foydalanish kerak.

Odatda, o'rganilayotgan (tadqiq qilinayotgan) ob'yektini belgilash uchun uning nomidagi birinchi harfdan foydalaniladi.

5-misol: Z_{21} ifoda gap 2-tartib raqamli (nomerli) zanjirda, ya'ni chap oyoqning sonida joylashgan 1-tartib raqamli (nomerli) zvenosi to'g'risida; S_{42} – gap 2-tartib raqamli (nomerli) zanjirning 4-tartib raqamli (nomerli) bo'g'ini, ya'ni chap qo'lning tirsak bo'g'ini to'g'risida va shu singari ... ketayotganligini anglatadi.

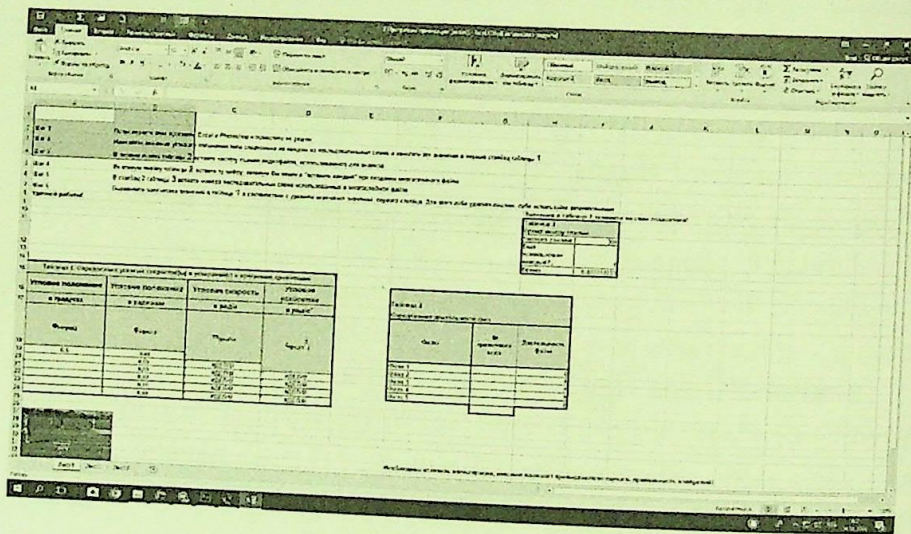
Sportchi tanasi pozisini indeksli usuldan foydalanib tavsiflashda bo'g'inli burchaklarni aniqlashning asosiy qoidalari:

1. Bo'g'inli burchaklarni hisoblash (aniqlash) uchun boshlanishi (koordinatalar boshi) mazkur zvenoning og'irlik markazi bilan ustma-ust tushadigan va tananing asosiy stoyka holatidagi xususiy o'qlariga parallel bo'lgan (2-mavzuga qarang) $O_i X_i Y_i Z_i$ (i – tana zvenosining tartib raqami (nomeri)) to'g'riburchakli koordinatalar tizimi tananing har bir zvenosi bilan qo'zg'almas (qattiq) bog'lanadi.

\ Bo'g'inli burchaklarni hisoblash (kattaligi) tadqiq qilinayotgan zveno bilan bog'langan $O_i X_i Y_i Z_i$ koordinatalar tizimi o'qlarini unga bog'liq bo'lgan proksimal zvenoning koordinatalar tizimiga nisbatan burilish burchaklarini o'lchash yo'li bilan amalga oshiriladi.

Asosiy stoyka pozasida tananing hamma bo'g'inlaridagi hamma bo'g'inli burchaklarni nulg'a teng deb hisoblash kerak. Faqat boldir-tovon bo'g'ini bundan mustasno bo'ladi va bunda agar tovonning

bo'ylama o'qi boldirning bo'ylama o'qini to'g'ri davom etuvchisi hisoblangan holdagina burchak nulga teng bo'ladi.



2. Oyoqlar va qo'llarning bo'g'inlaridagi burchaklarni aniqlashni, mos ravishda, tos-son va yelka bo'g'inlaridan boshlab, nisbatan **distal** joylashgan bo'g'inlarga asta-sekin ketma-ketlikda o'tish kerak.

Umurtqa pog'onasining bo'g'inlarida va birikmalarida burchaklarni aniqlashda dumg'aza-bel birikmalaridan boshlash va keyin ketma-ket nisbatan **distal** joylashgan bo'g'inlarga o'tish kerak.

3. Birinchi tipdagi bo'g'inli harakatlar natijasida vujudga keladigan bo'g'inli burchak tadqiq qilinayotgan zvenoning bo'ylama o'qini u bilan bog'liq proksimal zvenoning bo'ylama o'qiga nisbatan konussimon shakldagi burilish burchagiga teng bo'ladi.

Ushbu burchakning nulunchi son qiymatiga tadqiq qilinayotgan zvenoning qandaydir biron burchakka (mazkur holda og'ishning katta-kichikligi ahamiyatga ega emas) oldinga proksimal zvenoni koordinatalar tizimining OX o'qi yo'nalishida og'ishgan holati mos keladi.

Tadqiq qilinayotgan zvenoning nulunchi son qiymatidan konussimon shakldagi burilishi (agar zveno proksimal bo'ylama o'qining oxiridan qaralsa) soat strelkasi yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalganda

«+» ishora bilan, uning burilishi soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha bo'lganida «-» ishora bilan hisoblab olinadi.

4. 2-tipdagi harakatlari natijasida vujudga keladigan bo'g'inli burchak tadqiq qilinayotgan zveno bo'ylama o'qlari bilan unga bog'liq proksimal zveno o'rtasidagi burchakka teng bo'ladi.

Tadqiq qilinayotgan zvenoning 2-tipdagi bo'g'inli harakatlarni bajarilishidagi ko'chishi turli tekisliklarda (yo'nalishlarda) sodir bo'lishi mumkin. Masalan, mazkur tipdagi harakatlar uchun amalga oshirilishi zarur bo'ladigan 90 gradusga teng bo'lgan bo'g'inli burchak harakatlarning harakatlarning yoki aytib o'tilgan harakatlarga nisbatan oraliq xarakteriga ega bo'lgan harakatlarning natijasi bo'lishi mumkin.

Zvenoning yo'nalishi uning konussimon burilish burchagi ko'rinishidagi og'ish tekisligini ko'rsatish bilan beriladi, ya'ni bir vaqtning o'zida o'zaro birlashgan zvenolar bo'ylama o'qlari tashkil etgan burchak bilan 1-tipdagi harakatga (aytib o'tilgan konussimon ko'rinishdagi burilishga) mos keladigan burchakni yozish kerak. Masalan, $\varphi_{542} = 20$ ($\varphi_{541} = 90$) ko'rinishidagi yozuv bo'g'inda boshni chapga chetlanishi (og'ib ketishi) sodir bo'lganligini anglatadi. Agar qavsni ichida $\varphi_{541} = 180$ ifoda turgan bo'lsa, u holda bosh orqa tomonga chetlanishi (og'ib ketishi) sodir bo'lganligini anglatadi.

Og'ish ishorasini aniqlash uchun (bu ayniqsa bitta tekislikda sodir bo'ladigan harakatlarni o'rganishda juda muhim) tadqiq qilinayotgan zveno: qo'shni proksimal zveno bilan bog'liq bo'lgan sifatida koordinatalar tizimining OZ o'qini oxiridan harakat sifatida qaraladi. Mazkur holda kuzatuvchi proksimal zvenoni uning o'ng yon sirtidan ko'radi. Agar tadqiq qilinayotgan zveno soat strelkasi yo'nalishiga qarama-qarshi aylanayotgan bo'lsa, u holda bo'g'inli burchakning kattaligi «plyus» ishora bilan olinadi (hisoblanadi), agarda soat strelkasi yo'nalishi bilan bir yo'nalishda aylansa, hozirgi aytilgan burchak «minus» ishora bilan olinadi (hisoblanadi).

Proksimal zveno bilan bog'liq bo'lgan qat'iy YOZ koordinatalar tizimi tekisligida amalga oshiriladigan harakatlari natijasida vujudga

keladigan bo'g'inli burchakning ishorasini aniqlashda tadqiq qilinayotgan zveno aytib o'tilgan koordinatlar tizimining OX o'qini oxiridan qaraladi.

5. Uchinchi tipga mansub rotasion bo'g'in harakatlari natijasida vujudga keladigan bo'g'inli burchak tadqiq qilinayotgan zvenoning xususiy bo'ylama o'qi atrofida burilish burchagiga teng bo'ladi. Asosiy stoykada ushbu burchak tananing hamma bo'g'inlarida nulga teng qiymatni qabul qiladi. Mazkur tipdagi harakatlarda bo'g'inli burchakning ishorasi tadqiq qilinayotgan zvenoning harakatini uning bo'ylama o'qi oxiridan kuzatish yo'li bilan aniqlanadi. Agar tadqiq qilinayotgan zvenoning aylanishi soat strelkasi yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda sodir bo'lsa, u holda bo'g'inli burchak «plyus» ishora bilan olinadi (hisoblanadi), agarda soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha sodir bo'lsa, u holda bo'g'inli burchakning son qiymat «minus» ishora bilan olinadi (hisoblanadi).

1-misol. Bo'g'inli burchak φ 20 gradusga teng bo'lsin. U ikkinchi tipdagi bo'g'inli harakat (yelka bo'g'inida chap qo'lni qat'iy (aniq) chap tomonga chiqarish (to'ri cho'zish) harakati) uchun qayd qilingan. Zikr etib o'tilgan bo'g'inli burchak quyidagicha ko'rinishda yoziladi:

$$\varphi_{412} = 20 (\varphi_{411} = 90). (3.1.1)$$

Qavs ichidagi ifoda YOZ tekislikka taalluqli ekanligini ko'rsatadi va u (ya'ni burchak) yelka bo'g'inidagi yelkaning soat strelkasi harakati yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda 90 gradusli konussimon shakldagi φ_{411} burilish burchagiga mos keladi.

2-misol. Bo'g'inli burchak φ , masalan, 80 gradusga teng bo'lsin. U ikkinchi tipdagi bo'g'inli harakat (o'ng sonni egishni) bajarilishi natijasida qayd qilingan. Bunday bo'g'inli burchak quyidagicha ko'rinishda yoziladi:

$$\varphi_{112} = 80 (\varphi_{111} = 0). (3.1.2)$$

Qavsdagi ifoda, xuddi oldingi misoldagi singari, tekislik bo'ylab harakatni: tos-son bo'g'inidagi o'ng sonni egilishi XOY tekisligida amalga oshirilganligini anglatadi va u tos-son bo'g'inidagi o'ng sonni 0 gradusga konussimon ko'rinishdagi φ_{111} burilish burchagiga mos keladi.

(3.1.2) ifodani foydalanib soddalashtirish mumkin, unga ko'ra ixtiyoriy parametrning nulga teng bo'lgan son qiymatlarini yozmasa ham bo'ladi.

Agarda biron-bir ob'yekt to'g'risidagi indekslardan foydalanib belgilanadigan ma'lumot keltirilmagan bo'lsa (mavjud bo'lmasa), u holda uning son qiymati avtomatik tarzda nulga teng deb qabul qilinadi. Demak, (3.1.2) ifodani qavs ichidagi ma'lumotlarsiz quyidagicha ko'rinishda yozish mumkin:

$$\varphi_{112} = 80. (3.1.3)$$

Sportchi tanasining eng ko'p uchrab turadigan poza ko'rinishlarida indeksli tavsiflashning xususiyatlarini qarab chiqamiz:

1. $\varphi_{ikl}^{1-2} = \text{const}$ – sportchi tanasining t_1 vaqt momentidan t_2 vaqt momenti oralig'ida saqlanadigan qandaydir o'zgarmas pozasi.
2. $\varphi_{ikl}^1 = 0$ – sportchi tanasining qandaydir t_1 vaqt momentidagi asosiy stoykaga mos keladigan pozasi.
3. $\varphi_{abc}^{1-2} = \text{const}$ – t_1 vaqt momentidan t_2 vaqt momenti oralig'idagi dinamik osanka elementi (bo'g'inli burchakning abc parametrlar bilan munosabatlarini o'zgarmasligi).
4. $\varphi_{4k2} = 45$ – vaqtning boshlang'ich momentida 45 gradusga teng tipdagi harakatlar uchun qayd qilingan chap qo'lni hamma bo'g'inlaridagi burchaklar. Bo'g'inli harakatlarning tipiga kiritilishini uchinchi indeks (2) va bo'g'inli harakat tekisligi to'g'risidagi ma'lumotlarni mavjud emasligi (φ_{4k1} burchaklar berilmagan, demak, ular nulga teng) ta'minlaydi. Mos indeksning yo'qligi (berilmaganligi) ham boshlang'ich vaqt momentining alomati hisoblanadi.

5. $\varphi_{112} = -30$, ($\varphi_{111} = -90$) – o'ng oyoqning tos-son bo'g'inida vaqtning boshlang'ich momentida sonning 30 gradusga o'ngga og'ishi qayd etilgan.

6. $\varphi_{ikl} = 0$ – asosiy stoyka pozasi (hamma indekslar siljuvchi, demak, hamma zanjirlarni, hamma bo'g'inlarni va hamma bo'g'inli harakat tiplarini bir vaqtni o'zida aytib o'tilishi (zitr etlishi) o'rinli.

Agar sportchi pozasi yetarlicha darajada sodda bo'lsa, masalan, asosiy stoykaga nisbatan bitta yoki kam sondagi bo'g'inli burchaklari o'zgargan bo'lsa, u holda faqat o'zgargan burchaklari yoziladi. Qolgan birikmalar avtomatik tarzda asosiy stoykaga mos deb hisoblanadi. Murakkab pozani yozish (ifodalash-tasvirlash) uchun indeksli tavsiflashning matrisali shaklidan foydalaniladi.

Ko'pchilik bo'g'inli burchaklarning son qiymatlari nul qiymatdan farq qiladigan pozani tavsiflash eng murakkab (va qiyin) bo'ladi. Bunday holda sportchi pozasini indeksli tavsiflashning matrisali shaklidan foydalaniladi.

Matrisa – bu 5 ta satr va 4 ta ustundan tashkil topgan to'g'riburchakli jadval. Satrlarga va ustunlarga tartib raqamlari (nomerlar) berilgan. Tartib raqamlari (nomerlar) ustunning yuqori satridan pastki satriga o'tib borgan sayin 1 dan 5 gacha va chetki chap ustundan chetki o'ng ustunga o'tib borgan sayin 1 dan 4 gacha ortib boradi. Satr tartib raqamlari (nomerlari) biokinematik zanjirlarning tartib raqamlari (nomerlari) bilan, ustun tartib raqamlari (nomerlari) esa ushbu zanjirlarning bo'g'inlarini tartib raqamlari (nomerlari) bilan mos tushadi.

Quyida tananing hamma bo'g'inlarida «S» tipidagi bo'g'inli harakatlarni bir vaqtda bajarilishi natijasida vujudga kelgan qandaydir pozani tavsiflaydigan matrisa keltirilgan:

Matrisaning birinchi satri o'ng oyoqqa, ikkinchi satri - chap oyoqqa, uchinchi satri - o'ng qo'lga, to'rtinchisi - chap qo'lga, beshinchi satri - umurtqa pog'onasiga taalluqli bo'lgan bo'g'inli burchaklar to'g'risidagi ma'lumotlardan tashkil topgan. O'z navbatida, matrisaning birinchi ustuni tarkibiga bo'g'inlardagi yoki birikmalardagi aytib o'tilgan zanjirlarning: tos-son bo'g'inlarining, yelka bo'g'inlarining va dumg'aza

birikmalarining hamda umurtqa pog'onasi bel kamarining har birida mavjud bo'lgan 1- tartib raqamli (nomerli) burchaklar to'g'risidagi ma'lumotlar kiritilgan.

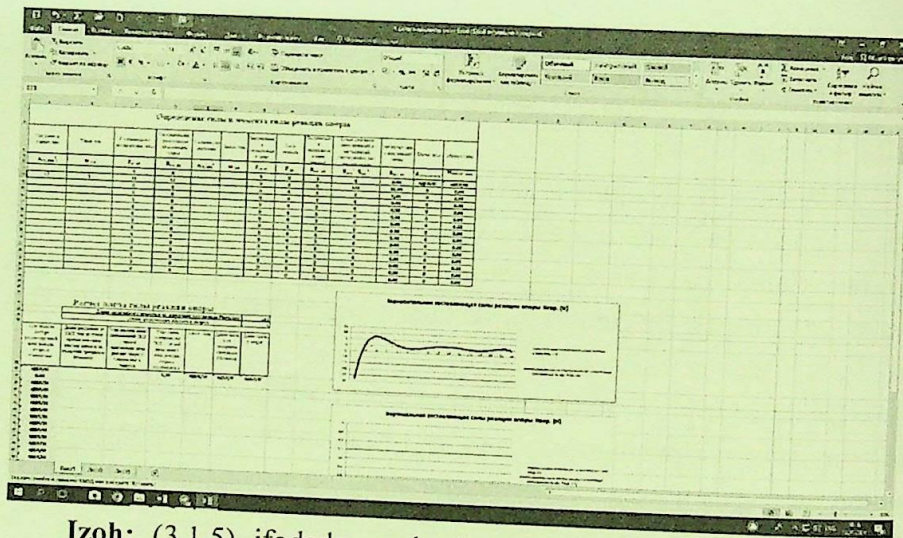
Ikkinchi ustun yuqorida zitr etib o'tilgan zanjirlarning har birida 2- tartib raqamiga (nomeriga) ega bo'lgan bo'g'inlarining va birikmalarining: tizza va tirsak bo'g'inlarining, umurtqa pog'onasining kamar va ko'krak bo'limlari birikmalarining burchaklari to'g'risidagi ma'lumotlaridan tashkil topgan.

Uchinchi ustun 3- tartib raqami (nomeri) berilgan bo'g'inlardagi va birikmalardagi, ya'ni boldir-tovon va qo'l panjalari bo'g'inlarida, umurtqa pog'onasining ko'krak va bo'yin bo'limlaridagi birikmalarning burchaklari to'g'risida xulosa chiqarish imkoniyatini beradi.

Nihoyat, to'rtinchi ustun aytib o'tilgan zanjirlardan 4- tartib raqamiga (nomeriga) ega bo'lgan bo'g'inlardagi: bo'g'inlardagi, Shuningdek bo'g'indagi burchaklar to'g'risidagi ma'lumotlardan tashkil topgan.

Matrisaning o'ng tomonidagi qavsdan o'ng-pastdagi indeks bo'g'inli harakatning tipini tartib raqamini (nomerini) ko'rsatadi (yuqorida keltirilgan matrisada bu tartib raqam (nomer) S ga teng). Matrisaning o'ng tomonidagi qavsdan o'ng-yuqoridagi indeks poza qayd qilingan vaqt momentini (yuqorida qaralgan holda bu vaqt momenti t indeksi bilan belgilangan) ko'rsatadi. Agar poza vaqtning boshlang'ich $t = 0$ momentida qaralayotgan bo'lsa, u holda o'ng-yuqoridagi vaqt indeksi yozilmaydi.

1-misol: uchinchi tipdagi bo'g'inli harakat (rotasion harakat) natijasida $t = 0,5$ s. vaqt momentida hamma bo'g'inlarda tana (jism) quyidagicha tarzda tavsiflangan pozani olganlar:



Izoh: (3.1.5) ifodada va boshqa pozani tavsiflash hollarida φ harfining o'ng-yuqori tomonida va matrisaning o'ng qavsida joylashgan vaqtning son qiymati daraja ko'rsatkichi bilan almashtirib yubormaslik (adashmaslik) uchun aylana ichiga olib qo'yilgan bo'lishi mumkin.

Bo'g'inli harakatlarning oqibati hisoblanadigan pozalarni tavsiflashda faqatgina ushbu harakatlarning natijasida vujudga kelgan burchaklar matrisasini emas, balki zvenolarning aytib o'tilgan harakatlari sodir bo'ladigan tekislikni (yo'nalishni) o'rnatadigan va tadqiq qilinayotgan zvenolarning konussimon shakldagi burilish burchaklar matrisasini ham ko'rsatish kerak.

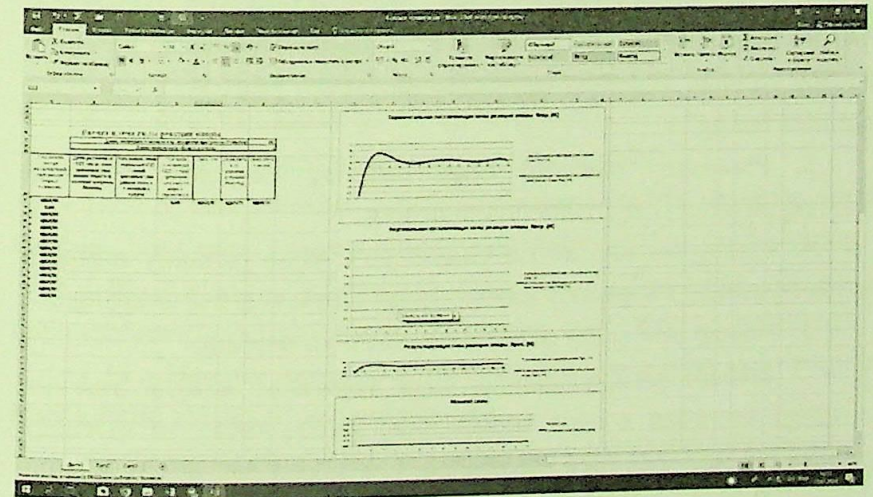
2-misol: old-orqa yo'nalishning bo'g'inli harakatlari natijasida hamma bo'g'inlarida $t = 1,5$ s. vaqt momentida tana (jism) quyidagicha tarzda tavsiflangan pozani olgan:

	25-60 0 0	1,5	10 0 0 0	1,5
	0 0 0 0		0 0 0 0	
$\varphi_{ik2} = 1,5$	90 30 0 0	$\varphi_{ik1} = 1,5$	0 0 0 0	
	0 0 0 0		0 0 0 0	(3.1.6)
	0 0 0 0	2	0 0 0 0	1.

Agarda (3.1.6) ifodadagi o'ngda joylashgan matrisada hamma φ burchaklar nuldin farq qiladigan va bir xil kattalikka ega, masalan 15 ga teng, bo'lganida ushbu matrisa o'rniga ancha sodda shakldagi $\varphi_{ik1} = 15$ matrisani yozish zarur bo'lar edi.

Agarda aytib o'tilgan matrisada hamma burchaklar nulgga teng bo'lganida edi, u holda (3.1.6) ifodada chap tomonda joylashgan matrisadan tashqari boshqa hech narsa yozish kerak bo'lmas edi.

Sportchi tomonidan harakatlarni bajarishdan keyingi bo'g'inlarda hosil bo'ladigan pozani tavsiflash davomida mazkur harakatlar natijasida vujudga keladigan burchaklar matrisasidan tashqari yana bo'g'inlardagi harakat o'lchamlari to'g'risida tasavvur qilish imkoniyatini yaratadigan hamda har bir bo'g'indagi tadqiq qilinayotgan va qo'shni proksimal zvenolarning bo'ylama o'qlari o'rtasidagi burchaklar matrisasi ham paydo bo'ladi.



3-misol: Tananing hamma bo'g'inlarida $t = 5$ s. vaqt momentida harakatlar natijasida tana quyidagicha tarzda tavsiflangan pozaga ega bo'lgan:

Umumiy holda, tananing (jismning) pozasini tavsiflashda φ_{ik1} , φ_{ik2} i φ_{ik3} singari hamma tipdagi bo'g'inli harakatlarni bajarish natijasida

vujudga keladigan tana bo'g'inlaridagi burchaklar matrisasidan foydalanish kerak.

Agar biron-bir tipdagi bo'g'inli harakatlar bajarilmay qolsa, u holda mazkur harakatlarni tavsiflaydigan bo'g'inli burchaklar nulga teng va bunday burchaklarning matrisasi yozilmaydi (ma'noga emas) deb hisoblanadi.

Mazkur laboratoriya ishida va keyingi ishlarda o'quv maqsadlari uchun sportchi faqat bo'g'inli harakatlarini bajarish natijasida ega bo'lgan (olgan) pozalari tavsiflanadi.

Ishni bajarish tartibi

1-bosqich . Photoshop CS4, CS5, CS6 formatida «Sportchi tanasining pozasini o'zgarishi» faylini tayyorlang.

1.1. O'zingizni (disk D/Biomexanika/ Talaba/ Guruh/F.I.O.) papkangizda «Poza dasturi» papkasini yarating.

1.2. Uning ichiga «Videogramma» faylining nusxasini (kopiyasini) PSD (disk D/Biomexanika/Guruh/F.I.O./Joy dasturi) formatida ko'chirib o'tkazing va unga «Sportchi tanasining pozasini o'zgarishi» nomi bilan yangi nom bering.

1.3. Photoshop dasturini ishga tushiring va unda «Sportchi tanasining pozasini o'zgarishi» faylini oching.

1.4. Videogrammani ko'rib chiqish yo'li bilan jismoniy mashqni bajarish fazasining chegaraviy momentlariga mos lavhalarni aniqlang.

1.5. Videogrammaning qolgan lavhalarini yo'q qiling:

- lavhani sichqonchaning chap tugmasini «Sloy» muloqot oynasidagi tasvirdan o'ngda bosish bilan faollashtiring va «Delete» tugmasini bosing.

- Boshqa varianti – sichqonchaning o'ng tugmasini bosish orqali kontekst menyuni chaqirish (chiqarish).

- «Udalit sloj» buyrug'ini amalga oshiring.

1.6. Ko'z shaklidagi bayroqchani o'rnatib videogrammaning tanlangan lavhalari orasidan birinchi tasviri joylashgan qatlamni ko'rinadigan qiling va uni «Sloi» muloqot oynasidagi lavha tasviridan

o'ng tomonidan sichqoncha tugmasini bosib (turtib) faollashtiring (qolgan qatlamlarda aytib o'tilgan bayroqchalarni olib tashlang).

1.7. «Kist-Panja» uskuna (instrument) faollashtiring va uning (menyu ostida joylashgan satrdagi) parametrlarini: diametri (4 piksyel), noshaffofligi (shaffof emasligi, 100%), bosim (100%), qattiqligi (100%) va rangini (ko'k) kiriting.

1.8. Tananing quyidagi bo'g'in va zvenolarini markirovka qichiziqshini amadga oshiring:

- boshning og'irlik markazi (quloqqa yaqin joyda),
- ensa bo'g'in,
- o'ng va chap yelka bo'g'inlari ,
- o'ng va chap tirsak bo'g'inlari ,
- o'ng va chap bilak bo'g'inlari ,
- o'ng va chap panjalarning og'irlik markazlari (zvenolar o'rtasida),

- o'ng va chap tos-son bo'g'inlari ,
- o'ng va chap tizza bo'g'inlari ,
- o'ng va chap boldir-tovon bo'g'inlari ,
- o'ng va chap tovonlarning chetka nuqtalari.

1.9. Aynan shunday tarzda tanlangan boshqa tasvirlar ustiga tananing bo'g'inlari va zvenolarining tasvirlarini kiriting (joylashtiring.)

1.10. Uskuna (instrument) chizig'ini faollashtiring va uning parametrlarni (qalinligini: bir piksel, rangini: qizil) kiriting (belgilang).

1.11. Hamma tanlangan tasvirlardagi bo'g'inlar va zvenolar markerlarini chiziqlar bilan birlashtiring:

- o'ng va chap yelka bo'g'inlari (yelkalar o'qi);
- o'ng va chap tos-son bo'g'inlari (os taza);
- yelka va tos o'qlari markazlari (gavda o'qi);
- yelka va bo'g'in o'qining markazi;
- bo'g'in va boshning markaz og'irlik;
- qo'llarning yelka i tirsak bo'g'inlari ;
- qo'llarning tirsak bo'g'inlari ;

- panjalarning bo'g'inlari va og'irlik markazlari;
- oyoqlarning tos-son va tizza bo'g'inlari ;
- oyoqlarning tizza va boldir-tovon bo'g'inlari ;
- tovonlarning va tovon uchlarining boldir-tovon bo'g'inlari;
- tovonlar va tovon uchlari.

1.12. «Sportchi tanasining pozasini o'zgarishi» faylini psd formatida saqlab qo'ying.

2-bosqich. Jismoniy mashqni bajarish fazalarining chegaraviy momentlarida sportchi tanasining pozalarini tavsiflash.

2.1. **Adobe Photoshop** dasturida «Sportchi tanasining pozasini o'zgarishi» faylini (disk D/Biomexanika/Talaba/F.I.O./Poza dasturi) psd formatida oching.

2.2. Ko'z shaklidagi bayroqchani birinchi lavhaga, uni ko'rinadigan qilib o'rnatish va videogrammaning qolgan tanlangan lavhalaridagi boshqa shunga o'xshash bayroqchalarni yo'q qiling (olib tashlang).

- sichqoncha kursorni ko'rinadigan qilinishi kerak bo'lgan qatlamning ko'ziga o'rnatish.

- **Alt** tugmasini bosib (ushlab) turib sichqonchaning chap tugmasini bosish (chertish).

2.3. «Линейка» uskuna (instrument) faollashtirish.

2.4. «Свернут в окно» buyrug'ini faollashtirish (o'ng-yuqori burchakda, «Закрывать» belgichasi yonida).

2.5. Microsoft Excel «3.1. Pozani tavsiflash» (D/biomexanika/Образцы оформления) jadval v Excel) elektron jadvalini faollashtirish.

2.6. «Свернут в окно» buyrug'ini faollashtirish.

2.7. Sichqonchadan foydalanib **PhotoshopCS4** va **Excel** dasturlarining muloqot oynalarini **shunday joylashtirish-ki**, ular bir vatni o'zida ekranda birgalikda (yonma-yon) ko'rinib tursin.

2.8. Quyidagi qoidalarga rioya qilgan holda sportchi tanasining bo'g'inli burchaklarini o'lchang (aniqlang):

- Asosiy stoyka holatidagi o'lchanishi kerak bo'lgan hamma burchaklarning kattaligi (son qiymati) nulgga teng (yuqorida aytilgan edi). Shuning uchun, asosiy stoykaga nisbatan sodir bo'ladigan har qanday og'ishlarni o'lchash kerak.

- O'lchashlarni quyidagi ketma-ketlikda – o'ng oyoqlarning bo'g'inlari, chap oyoqning bo'g'inlari, o'ng qo'lning bo'g'inlari, chap qo'lning bo'g'inlari va ustuna bo'g'inlari tartibida amalga oshirish.

- Kinematik zanjirdagi bo'g'inlarni o'lchash kiyatma-ketligi bilan bo'g'inni joylashgan holati aniqlanadi, proksimal tarzda joylashgan bo'g'inlarda burchaklar birinchi navbatda o'lchanishi kerak.

2.9. O'ng oyoqning bo'g'inli burchaklarini o'lchang.

- Tos-son bo'g'in. «Lineyka» uskunasi (Инструменты) tanlang.

- Sichqonchadan foydalanib gavdaning bo'ylama o'qini ifodalaydigan (ko'rsatadigan) to'g'ri chiziqli chizing (o'tkazish).

- Sichqonchadan foydalanib «lineykani markaziy joyidan tishlang» va uni qo'yib yubormasdan shunday ko'chirib joylashtirish-ki, yelka o'qida joylashgan distal oxiri (chekkasi) o'ng oyoqning tos-son bo'g'inini markazida joylashsin. Shuning bilan bir vaqtda, «lineyka»ning fazodagi oriyentatsiyasi saqlanib tursin.

- **Alt** tugmasini bosib (ushlab) turgan holda tos-son bo'g'inining markazidan sonning bo'ylama o'qi bo'yicha lineyka (chiziqli) o'tkazish.

- **Alt** tugmasi bilan lineykadan birgalikda foydalanish ikkita chiziqlar (lineyklar) orasida vujudga keladigan burchakni chizish (qurish) imkoniyatini beradi, bunda hosil bo'lgan burchak qiymati bo'yicha natija graduslarda ifodalanadi va parametrlar panelida chiqadi (turadi).

- Burchakning ishorasini aniqlang. **Photoshop** dasturidan foydalangan holda burchakning ishorasi aniqlanmaydi, dastur burchakning modulini ko'rsatadi, Shuning uchun zvenoning bo'ylama o'qini asosiy stoyka pozasidagi zveno holatiga nisbatan «soat strelkasi o'qini asosiy stoyka pozasidagi zveno holatiga nisbatan «soat strelkasi yo'nalishiga qarama-qarshi» burilishi «+» ishoraga va «soat strelkasi

yo'nalishi» bilan ustma-ust tushib burilganida «—» ishoraga ega bo'lishini inobatga olish kerak.

- Aniqlangan mos ishora bilan burchakning son qiymatini matrisa (3.1. Pozani tavsiflash) yacheykasiga kiriting (joylashtiring).

- Tizza bo'g'ini. Sonning bo'ylama o'qi bo'yicha lineyka bilan chiziq o'tkazing (chizing).

- Sichqonchadan foydalanib «lineykani markaziy joyidan tishlang» va uni qo'yib yubormasdan shunday ko'chirib joylashtiring-ki, tos-son bo'g'inining markazida joylashgan distal oxiri (chekkasi) o'ng oyoqning tizza bo'g'inini markazida joylashsin. Shuning bilan bir vaqtda, «lineyka»ning fazodagi oriyentatsiyasi saqlanib tursin.

- **Alt** tugmasini bosib (ushlab) turgan holda tizza bo'g'ini markazidan boldirning bo'ylama o'qi bo'yicha lineykani yotqizing (chiziq chizing).

- Tizza bo'g'inidagi burchakning ishorasini aniqlang.

- Olingan burchakning son qiymat matrisa yacheykasiga joylashtiring (kiriting).

- Boldir-tovon bo'g'ini. Boldir bo'ylama o'qi bo'yicha lineykani yotqizing (chiziq chizing).

- Sichqonchadan foydalanib «lineykani markaziy joyidan tishlang» va uni qo'yib yubormasdan shunday ko'chirib joylashtiring-ki, tizza bo'g'ini markazida joylashgan distal oxiri (chekkasi) o'ng oyoqning tovonini belgilaydigan marker bilan ustma-ust joylashsin. Shuning bilan bir vaqtda, «lineyka»ning fazodagi oriyentatsiyasi saqlanib tursin.

- **Alt** tugmasini bosib (ushlab) turgan holda o'ng oyoqning tovonini markeri markazidan tovonlarning chetki nuqtalarini birlashtiradigan chiziq bo'yiya lineykani yotqizing (chiziq chizing).

- Boldir- tovon bo'g'inidagi burchakning ishorasini aniqlang.

- Olingan burchakning son qiymat matrisa yacheykasiga joylashtiring (kiriting).

- bo'g'inlarini dinamik osankaning elementlari sifatida aniqlang va matrisaning mos yacheykalariga nul son qiymatlarini kiriting.

2.10. Chap oyoqning bo'g'inli burchaklarini o'lchang.

- Buning uchun taklif qilingan o'ng oyoqning bo'g'inlarini o'lchash bosqichidan foydalaning.

2.11. O'ng qo'lning bo'g'inli burchaklarini o'lchang.

- Sichqonchadan foydalanib gavdaning bo'ylama o'qini belgilaydigan (ifodalaydigan) chiziq bo'yicha lineykani yotqizing (chiziq chizing).

- Sichqonchadan foydalanib «lineykani markaziy joyidan tishlang» va uni qo'yib yubormasdan shunday ko'chirib joylashtiring-ki, yelka o'qida joylashgan distal oxiri (chekkasi) o'ng qo'lning yelka bo'g'inini markazida joylashsin. Shuning bilan bir vaqtda, «lineyka»ning fazodagi oriyentatsiyasi saqlanib tursin.

- **Alt** tugmasini bosib (ushlab) turgan holda yelka bo'g'ini markazidan yelkaning bo'ylama o'qi bo'yicha lineykani yotqizing (chiziq chizing).

- Yelka bo'g'inidagi burchakning ishorasini aniqlang.

- Olingan burchakning son qiymat matrisa yacheykasiga joylashtiring (kiriting).

- Tirsak bo'g'ini. Yelkaning bo'ylama o'qi bo'yicha lineykani yotqizing (chiziq chizing).

- Sichqonchadan foydalanib «lineykani markaziy joyidan tishlang» va uni qo'yib yubormasdan shunday ko'chirib joylashtiring-ki, yelka bo'g'ini markazida joylashgan distal oxiri (chekkasi) o'ng qo'lning tirsak bo'g'inini markazida joylashsin. Shuning bilan bir vaqtda, «lineyka»ning fazodagi oriyentatsiyasi saqlanib tursin.

- **Alt** tugmasini bosib (ushlab) turgan holda tirsak bo'g'ini markazidan bilak bo'ylama o'qi bo'yicha lineykani yotqizing (chiziq chizing).

- Tirsak bo'g'inidagi burchakning ishorasini aniqlang.

- Olingan burchakning son qiymat matrisa yacheykasiga joylashtiring (kiriting).

- Bilak bo'ylama o'qi bo'yicha lineykani yotqizing (chiziqli chizing).

- Sichqonchadan foydalanib «lineykani markaziy joyidan tishlang» va uni qo'yib yubormasdan shunday ko'chirib joylashtiring-ki, tirsak bo'g'inining markazida joylashgan distal oxiri (chekkasi) o'ng qo'lning luchezyapasty bo'g'inini belgilaydigan marker bilan ustma-ust joylashsin. Shuning bilan bir vaqtda, «lineyka»ning fazodagi oriyentatsiyasi saqlanib tursin.

- **Alt** tugmasini bosib (ushlab) turgan holda luchezyapasty bo'g'in markazidan panjaning og'irlik markazi chizig'i bo'yicha lineykani yotqizing (chiziqli chizing).

- luchezyapasty bo'g'indagi burchakning ishorasini aniqlang.

- Olingan burchakning son qiymat matrisa yacheykasiga joylashtiring (kiriting).

- Dinamik osankaning elementlari sifatida bo'g'inlarini aniqlang va matrisaning mos yacheykalariga nul son qiymatlarini kiriting.

2.10. Chap qo'lning bo'g'inli burchaklarini o'lchang.

- O'ng qo'lning bo'g'inlarini o'lchashda taklif qilingan bosqichdan foydalaning.

2.11. ustunga bo'g'inlarini o'lchang.

- bo'g'inlarini dinamik osankaning elementlari sifatida aniqlang va matrisaning mos yacheykalariga nul son qiymatlarini kiriting.

2.12. Sportchi tanasining qolgan tanlangan bo'g'inli burchaklari uchun «3.1. Pozani tavsiflash» elektron jadvalining mos matrisa shakllarini o'lchang va kiriting.

2.13. «3.1. Pozani tavsiflash» Excel faylini (Microsoft Exceldagi «Soxranit kak» funksiyasidan foydalanib) «Poza dasturi (D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Poza dasturi) papkasida saqlab qo'ying.

IX.BOB. TADQIQ QILINAYOTGAN JISMONIY MASHQNI BAJARILISHIDA SPORTCHI TANASI POZASINING O'ZGARISHINI TAVSIFLASH

Laboratoriya ishi

Mashg'ulotning maqsadi: indeksli usuldan foydalanib tana pozasining o'zgarishini tavsiflashni o'rganish.

Nazariy ma'lumotlar

Tananing o'zgarib turadigan pozasini tavsiflash uchun har bir bo'g'inli burchakni vaqtning funksiyasi, ya'ni ko'rinishi bo'g'inli harakatning xarakteriga bog'liq bo'ladigan vaqtga bog'liq funksiya ko'rinishida ifodalash kerak. Xususan, bir marta bajariladigan (asiklik) harakatlarning bajarilishida o'zgarib turadigan bo'g'inli burchakni qayd etish (yozib olish) uchun quyidagicha chiziqli ko'rinishdagi (xarakterdagi) funksiyadan foydalanish mumkin:

$$\varphi_{abc}^t = \varphi_{abc}^{t_0} + (\omega_{abc}^{t_0-t_1}) t, \quad (3.2.1)$$

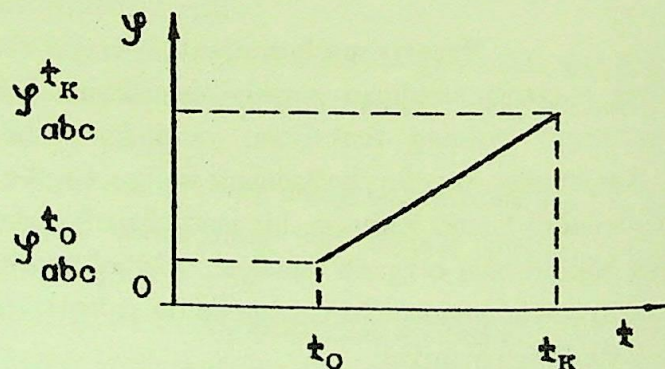
bunda: φ_{abc}^t – vaqtning qandaydir «t» momentida «a» zanjirning «b» bo'g'inida «s» tipidagi bo'g'inli harakat uchun burchakning kattaligi; $\varphi_{abc}^{t_0}$ – yuqorida aytib o'tilgan bo'g'inli burchakning boshlang'ich «t₀» vaqt momentidagi kattaligi; $\omega_{abc}^{t_0-t_1}$ – bo'g'inli harakatning t₀ dan t₁ gacha vaqt momentlari oralig'ida o'rtacha burchakli tezligi.

Foydalanish jarayonida bo'g'inli burchakning vaqtga bog'liqligini ifodalaydigan davriy (sin va cos) funksiyalar qo'llanadigan garmonik yondashuv yanada aniqroq hisoblanadi.

Bo'g'inli burchakni (3.2.1) formulada tasvirlanganidek vaqtning chiziqli funksiyasi ko'rinishidagi ifodasi yozishning (ifodalashning) chiziqli yondashuvi (yaqinlashish) deb aytiladi.

3.2.1-rasmda shunday asiklik xarakterdagi harakatning bo'g'inli burchagini o'zgarish grafi kyeltirilgan.

Bunday yondashishdan (yaqinlashishdan) mazkur laboratoriya ishini bajarilishi jarayonida yozish (qayd qilish) uchun foydalaniladi va uni yozish uchun har bir burchakning o'zgarish kattaligini va ushbu o'zgarishni sodir bo'lishi uchun sarflangan vaqtni bilish kerak.



3.2.1-rasm. Asiklik xarakterdagi harakatning bo'g'inli burchagini o'zgarish grafi

Murakkab sport harakatlarini bajarish davomida tananing pozasi o'zgarishini yaxlit holda tavsiflash uchun yozishning 3.1-laboratoriya ishida bayon etib o'tilgan matrisali shaklidan foydalaniladi.

Asiklik xarakterdagi bo'g'inli harakatlarni bajarishda tana pozasining o'zgarishini tavsiflash bo'yicha bir nechta misollar qarab chiqamiz.

1-misol. Asosiy stoyka holatida turgan sportchi $t_2 - t_1 = 0,2$ s. vaqt oralig'ida qo'llarini qandaydir o'rtcha burchakli tezlik bilan oldinga ko'targan (cho'zgan).

t_1 va t_2 vaqt momentlari uchun tananing pozasi quyidagicha tavsiflanadi:

$$\varphi_{ik1}^{I1} = 0, \varphi_{ik2}^{I2} \neq 0$$

	0 0 0 0	t	0 0 0 0	t
	0 0 0 0		0 0 0 0	
$\varphi_{ik1}^{I1} =$	0 0 0 0	$= 0, \varphi_{ik2}^{I2} =$	90 0 0 0	(3.2.2)
	0 0 0 0		90 0 0 0	
	0 0 0 0	2	0 0 0 0	2.

Birinchi satrda (jadvaldan yuqorida) keltirilgan ikkita ifoda harakatlar bajarilayotgan tekislikni aniqlab beradigan (yig'ilgan ko'rinishdagi) matrisani, uning pastida joylashgan yoyilgan holdagi matrisalar esa bevosita aytib o'tilgan harakatlarni bajarilishi davomida vujudga keladigan bo'g'inli burchaklarni tashkil qiladi.

Tana bo'g'inlaridagi burchaklarning o'zgarishi kattaligini φ_{ik2}^{I2} va φ_{ik1}^{I1} matrisalar o'rtasidagi farqni hisoblab bilib olish mumkin (matrisalar o'rtasidagi farq kamayayotgan matrisning har bir elementidan unga mos ayirilayotgan matrisaning elementini ayirish yo'li bilan aniqlanadi).

t_1 -2 ifodadagi 1-2 indeks u xarakterlaydigan parametr (mazkur holda burchakli tezlik) t_1 dan t_2 gacha bo'lgan vaqt oralig'ida qaralishini anglatadi.

Ikkala qo'llar yelka bo'g'inlarining burchaklari aytib o'tilgan vaqt oralig'i davomida, mos ravishda, -90 va 90 gradusga o'zgarganligini inobatga olgan holda, (3.2.1)- formuladan foydalanib yelka bo'g'inlaridagi burchakli tezlikni aniqlaymiz:

$$\omega_{312}^{I1-2} = \frac{\varphi_{312}^{I2} - \varphi_{312}^{I1}}{t_2 - t_1} = \frac{90 - 0}{0,2} = 450 \text{ rpm/c},$$

$$\omega_{412}^{I1-2} = \frac{\varphi_{412}^{I2} - \varphi_{412}^{I1}}{t_2 - t_1} = \frac{90 - 0}{0,2} = 450 \text{ grad/s}.$$

Olingan kattaliklarni inobatga olib, t_1 va t_2 vaqt momentlari oralig'i davomidagi sportchi tanasining pozasi o'zgarishini tavsiflaydigan quyidagi ifodani olamiz:

2-misol. Sportchi tanasi jismoniy mashqni bajarishining $t_1 = 0$ vaqt momentida 3.2.2a rasmda tasvirlanganidek pozaga ega bo'lgan.

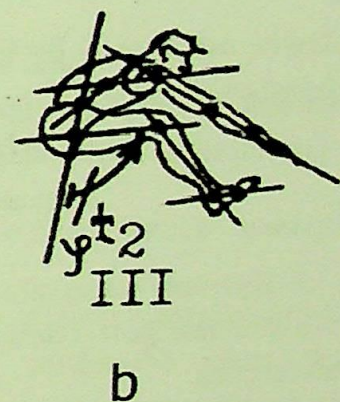
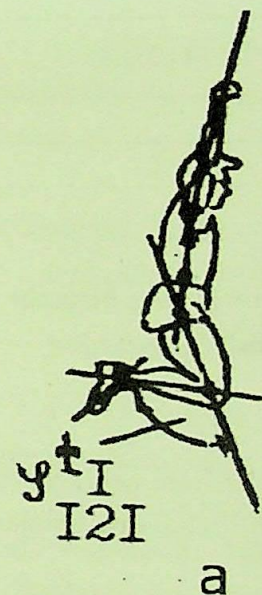
0,2 s.dan keyin t_2 vaqt momentidagi poza 3.2.2b-rasmda keltirilgan. Agar sportchi tanasining bo'g'inli burchaklarining o'zgarishini (3.2.1) orqali ifodalanadigan chiziqli xarakterdagi funksiya tavsiflaydi deb hisoblasak, u holda sportchi tanasi pozasining t_1 dan to t_2 gacha bo'lgan vaqt oralig'ida o'zgarish qonuni quyidagi tarzda aniqlanishi mumkin.

3.2.2 va 3.2.2- rasmlarda tasvirlangan tana pozalaridan foydalanib, bo'g'inli burchaklarni o'lchash (sanoq) qoidalariga rioya qilgan holda tananing boshlang'ich va oxirgi pozalari matrisalarini yozamiz (matrisada 1-tipdagi harakatlar bo'yicha ko'rsatmalar (ma'lumotlar) $\varphi_{ik1}^{t_1}$ va $\varphi_{ik1}^{t_2}$ yo'qligi ularning son qiymatlari nulg tengligidan (jimlik qoidasiga mos holda) dalolat beradi.

	33 -102 -10 0	t_1	115 -104 -45 0	t_2
	33 -102 -10 0		115 -104 -45 0	
$\varphi_{ik2}^{t_1} =$	115 0 0 0	$\varphi_{ik2}^{t_2} =$	135 0 0 0	(3.2.5)
	98 0 0 0		115 0 0 0	
	0 40 0 0	2 ,	-55 -15 0 0	2 .

Bo'g'inli burchaklarning o'zgarish kattaligini aniqlaymiz:

	82 -2 -35 0	t_{1-2}
	82 -2 -35 0	
$\varphi_{ik2}^{t_2} - \varphi_{ik2}^{t_1} =$	20 0 0 0	(3.2.6.)
	17 0 0 0	
	-55 -55 0 0	2



3.2.2-rasm. Sportchi tanasi pozasining t_1 dan to t_2 gacha bo'lgan vaqt oralig'ida boshlang'ich (a) va oxirgi (b) pozalari matrisalari.

Endi bo'g'inli harakatni bajarilish jarayonida tana zvenolarining burchakli tezligini aniqlaymiz hamda (3.2.1) - ifodaga ko'ra t_1 dan to t_2 gacha bo'lgan vaqt oralig'ida mashq bajarish davomida sportchi tanasi pozasining o'zgarish qonunini yozamiz (3.2.7- va 3.2.8- formulalarga qarang).

	410 -10 -175 0	t_{1-2}
	410 -10 -175 0	
	100 0 0 0	
$\omega_{ik2}^{t_{1-2}} = \frac{\varphi_{ik2}^{t_2} - \varphi_{ik2}^{t_1}}{t_2 - t_1} =$	85 0 0 0	(3.2.7)
	-275 -275 0 0	2 ,
	410 -10 -175 0	t_{1-2}
	410 -10 -175 0	

$\varphi_{ik2}^t = \varphi_{ik2}^{t_1} +$	100 0 0 0	$\times t (3.2.8)$
	85 0 0 0	
	-275 -275 0 0	2 .

Ishni bajarish tartibi

1-bosqich. Tahlil qilinayotgan harakatlanish amalining birinchi fazasini chegaraviy holatlari o'rtasidagi o'tishda pozaning o'zgarishini tavsiflash.

1.1. Bajarilishi tadqiq qilinayotgan jismoniy mashqni qaralayotgan fazasida hal qilinadigan (yechiladigan) harakatlanish vazifalarini aniqlang va shakllantiring.

1.2. Oldingi laboratoriya ishini bajarish davomida to'ldirilgan (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Poza dasturi) «3.1. Pozani tavsiflash» Excel faylini yuklang.

1.3. Shuningdek (disk D/Biomexanika/Obrazsy oformleniya jadval v Excel) «3.2. Pozaning o'zgarishini tavsiflash» Excel faylini ham yuklang.

- Ushbu fayl ichida ikkita o'zaro bog'liq bo'lgan: «Chegaraviy holatlar o'rtasida o'tishdagi harakatlanish amalining qaralayotgan fazasini tahlil qilishda poza o'zgarishini tavsiflash» va «Harakatlanish amalining tahlil qilinayotgan fazasida pozani o'zgarish tezligi» jadvallar mavjud.

1.4. «3.2. O'zgarish pozasini tavsiflash» Excel faylining «3.1. Pozani tavsiflash» jadvalidagi ma'lumotlarni «Harakatlanish amalining qaralayotgan fazasini tahlil qilishda chegaraviy holatlar o'rtasidagi o'tishlarda pozaning o'zgarishini tavsiflash» jadvalining undagiga o'xshash matrisalariga nusxasini ko'chiring.

- 2 vaqt momentidagi pozaning nusxasini birinchi matrisaga ko'chiring.

- 1 vaqt momentidagi pozaning nusxasini ikkinchi matrisaga ko'chiring.

1.5. « $t_2 - t_1$ vaqt oralig'i davomida pozani o'zgarish kattaligi» matrisasini va «Fazada pozani o'zgarish tezligi» matrisasini oling (yarating).

2-bosqich. Harakatlanish amalining tahlil qilinayotgan ikkinchi va undan keyingi fazalarining chegaraviy holatlari o'rtasidagi o'tishlarda poza o'zgarishini tavsiflash.

- 1-bosqich da amalga oshirilgan kerakli muolajalarni (operasiyalarni) bajaring.

2.1. «3.2. O'zgarishlarni tavsiflash» Excel faylini (Microsoft Excel ning «Soxranit kak» funksiyasidan foydalanib) «Poza dasturi (D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Poza dasturi) papkasida saqlang.

3 -bosqich . Harakatlanish amalining tahlil qilinayotgan birinchi fazasida pozaning o'zgarish qonunini aniqlash.

3.1. «3.3. Pozani o'zgarish qonuni» (disk D/Biomexanika/Obrazsy oformleniya jadval v Excel) Excel faylini yuklang.

- «Pozani o'zgarish qonuni» jadvalining birinchi matrisasiga 1 vaqt momentidagi pozasi to'g'risidagi ma'lumotlarni (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Poza dasturi/3.1. Pozani tavsiflash) qo'ying (joylashtiring).

- «Pozani o'zgarish qonuni» jadvalining ikkinchi matrisasiga bo'g'inli burchaklarning $t_2 - t_1$ vaqt oralig'i davomida o'zgarish tezligi to'g'risidagi (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Poza dasturi/3.2. O'zgarish pozasini tavsiflash) ma'lumotlarni qo'ying (joylashtiring).

- 2 vaqt momentidagi poza avtomatik tarzda dastur tomonidan hisoblanadi. Olingan ma'lumotlarni pozalarni tavsiflashda olingan (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Poza dasturi/3.1. Pozani tavsiflash tela v granichnyx momentax faz) ma'lumotlar bilan solishtirib tekshiring.

3.2. «3.3. Pozani o'zgarish qonuni» Excel faylini (Microsoft Excel ning «Soxranit kak» funksiyasidan foydalanib) «Poza dasturi (D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Poza dasturi) papkasida saqlang.

4 -bosqich . Harakatlanish amalining qaralayotgan fazasida poza o'zgarishini tahlil qilish.

4.1. Harakatlanish amalini bajarilishiga yo'naltirilgan bo'g'inli harakatlarning xususiyatlarini har bir fazada hal qilinadigan (yechiladigan) vazifalar bilan solishtirib aniqlangan harakatlanish vazifalarini hal qilinishida (yechilishida) foydalanilayotgan dinamik osankaning, harakatning bosh (asosiy) va yordamchi boshqaruvchi elementlarini aniqlang.

4.2. «Poza dasturi» (D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Poza dasturi) papkasiga «Poza dasturi bo'yicha talaba hisoboti» (disk D/Biomexanika/Talabalarining O'quv qo'llanmaishlari bo'yicha hisobot shakllari) faylining nusxasini ko'chiring.

4.4. «Poza dasturi bo'yicha talaba hisoboti» (D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Poza dasturi) faylini oching.

4.5. Poza dasturi bo'yicha hisobotni quyida keltirilgan namunaga mos holda hujjatlashtiring (yozing). Jismoniy mashqni bajarishning tadqiq qilinayotgan fazasida sportchi tanasining pozasi dasturi to'g'risida yozma ko'rinishda, quyidagilarni ko'rsatgan holda, xulosa chiqaring.

- harakatlanish amalining qaralayotgan fazalarini amalga oshirishda sportchi tanasining qanday bo'g'inlarida osanka elementlari (siljuvchanlikdagi cheklovlar yoki chegaralari) kuzatiladi?

- harakatlanish amalining qaralayotgan fazalarini amalga oshirishda sportchi tanasining qanday bo'g'inlarida boshqaruvchi harakatlar kuzatiladi?

- Sizning fikringizga ko'ra, bo'g'inlardagi qaysi boshqaruvchi harakatlar bosh (asosiy) va qaysilari yordamchi hisoblanadi? Sababini (javobingizni) izohlang.

4.6. «Poza dasturi bo'yicha talaba hisoboti» faylini «Poza dasturi» (D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Poza dasturi) papkasida saqlang.

Nazariy savollar:

1. Poza dasturida nima o'rganiladi?
2. Asosiy biokinematik zanjirlar va ularning tartib raqamlari (nomerlari) qanday belgilanadi?
3. Biokinematik zanjirlarda bo'g'inlarga tartib raqam berish (numeratsiya) qanday amalga oshiriladi?
4. Bo'g'inli harakatlarning qanday tiplari mavjud va ularga tartib raqam berish (numeratsiya) qanday amalga oshiriladi?
5. Nima uchun sirkumduksiya birinchi tiadagi bo'g'inli harakatlarga kiritilgan?
6. Biron-bir tipdagi bo'g'inli harakat natijasida vujudga kelgan biron-bir biokinematik zanjirdagi biron-bir bo'g'inda bo'g'inli burchak qanday yoziladi (ifodalanadi) ?
7. Tana pozasini va ulardagi o'zgarishlarni indeksli usul bilan tavsiflashning imkoniyatlarini kengaytirish uchun indekslarning qanday guruhlaridan foydalaniladi?
8. Qanday holatda tananing bo'g'inlaridagi hamma burchaklar nulga teng bo'ladi?
9. Tana bo'g'inlarida burchaklarni o'lchash qanday ketma-ketlikda amalga oshiriladi ?
10. Qanday boshqaruvchi harakatlar sirkumduksion harakatlar deb aytiladi, va zvenoning qanday holati sirkumduksiyaning nulinchi son qiymatiga mos keladi?
11. Qanday boshqaruvchii harakatlarga sgibatelno-razgibatelnyimi harakatlar deb aytiladi, va sgibatelno-razgibatelnoye boshqaruvchi harakat bajariladigan yo'nalishi qanday aniqlanadi?
12. bukuvchi va yoyuvchi boshqaruvchi harakatlar bajarilishida zvenoning og'ishi alomati (ishorasi) qanday aniqlanadi?

13. bukuvchi va yoyuvchi bo'g'inli harakatlar natijasida vujudga keladigan bo'g'inli burchaklarni bo'yalmagan holda o'lchash uchun kuzatuvchi sportchi tanasining qaysi tomonidan qarashi (ko'rishi) kerak?

14. uzoqlashtiruvchi va yaqinlashtiruvchi bo'g'inli harakatlar natijasida vujudga keladigan bo'g'inli burchaklarni bo'yalmagan (aniq, ya'ni neiskajenniy) holda o'lchash uchun kuzatuvchi sportchi tanasining qaysi tomonidan qarashi (ko'rishi) kerak?

15. Qanday boshqaruvchi harakatlarni rotasion harakatlar deb aytiladi va ular rotatsiyaning qanday holatida nulgga teng bo'ladi?

16. Rotatsiya tipidagi bo'g'inli burchakning ishorasi qanday aniqlanadi?

17. Pozani indeksli tavsiflashning matrisali shakli (ko'rinishi) nimadan tashkil topgan bo'ladi?

18. O'zgarib turadigan pozani chiziqli xarakterdagi funksiyadan foydalanib tavsiflanishi davriy funksiyadan foydalangan holda xuddi shunday tavsiflashdan nima bilan farq qiladi?

19. $t_2 - t_1 = \Delta t_{12}$ vaqt oralig'i davomida jismoniy mashq bajarilishida bo'g'inli burchaklarning o'zgarishi kattaligi qanday aniqlanadi?

20. Δt_{12} vaqt oralig'i davomida tananing bo'g'inlaridagi burchaklarni o'zgarish tezligi qanday aniqlanadi?

21. Asosiy stoykadagi poza qanday tavsiflanadi?

22. Bo'g'inli harakatlar qanday funksiyalar bilan (foydalanib) tavsiflanadi?

23. Dinamik osanka elementlari nima? misollar bilan izohlang.

24. Boshqaruvchi harakat nima va u qanday holatlarda namoyon bo'ladi?

25. Harakatlanish amali nimalardan tashkil topgan bo'ladi?

Amaliy savollar:

26. **Photoshop CS4** dasturidan foydalanib jismoniy mashqni bajarilishida sportchi tanasi pozasini o'zgarishini o'rganish uchun fayl qanday tayyorlanadi?

27. **Adobe Photoshop CS4** va **Microsoft Excel** dasturlaridan foydalanib bajarilayotgan jismoniy mashq fazasining chegaraviy momentida sportchi tanasining pozasi qanday tavsiflanadi?

28. **Microsoft Excel** dasturidan foydalanib harakatlanish amalining tahlil qilinayotgan biron-bir fazasining chegaraviy holatlari o'rtasidagi o'tishdada sportchi tanasining pozasini o'zgarishi qanday tavsiflanadi?

29. Jismoniy mashqni bajarilishi bo'yicha harakatlanish vazifasini hal qilishda (yechishda) bo'g'inlardagi burchaklarning o'zgarish tezligi **Microsoft Excel** dasturidan foydalanib qanday aniqlanadi?

30. Harakatlanish amalining tahlil qilinayotgan biron-bir fazasida pozaning o'zgarish qonuni **Microsoft Excel** dasturidan foydalanib qanday aniqlanadi?

31. Jismoniy mashqni bajarish davomida vaqtning biron-bir momentida tananing bo'g'inlaridagi burchaklar qanday o'lchanadi?

32. Graduslarda ifodalangan matrisa ko'rsatkichlarini radian birliklariga qanday o'tkaziladi (o'zgartiriladi)?

33. Sportchining pozasi matrisa shaklida qanday yoziladi?

34. Ma'lum vaqt oralig'i davomida tana bo'g'inlaridagi burchaklarni o'zgarishi qanday hisoblanadi?

XI.BOB. JISMONIY MASHQNI BAJARILISHI DAVOMIDA SPORTCHI TANASINING INERSION XARAKTERISTIKALARI

Laboratoriya ishi

11.1. Jismoniy mashqni bajarilishi davomida sportchi tanasining inersiya momentlarini aniqlash

Mashg'ulotning maqsadi: jismoniy mashqni bajarilishi davomida sportchi tanasining inersion xarakteristikalarini aniqlash usullarini o'zlashtirish.

Ilgarilanma harakat qaralganda jismning massasi va aylanma harakat qaralganda inersiya momenti inersion xarakteristikalariga kiradi.

Massa (lotincha – *massa*, qadimgi yunoncha – $\mu\alpha\varsigma\alpha$ dan olingan) qadimda biron-bir moddaning yaxlit qismi ma'nosini anglatgan.

Massa tushunchasidan ilmiy ibora sifatida foydalanish I. Nyuton tomonidan taklif qilingan. O'zining « Математические начала натуральной философии - Natural falsafaning matematik boshlanishlari» (1687 yilda nashr etilgan) asarida Nyuton avvaliga jismoniy jismdagi «materiya miqdori»ni jism zichligini uning hajmiga ko'paytmasi sifatida aniqlagan. Keyinchalik u aynan shu ma'noda «*m*» massa iborasidan foydalanishni ko'rsatgan.

$$m = \rho V, (5.1.1)$$

bu formulada « *ρ* » - **moddaning zichligi**, jism hajmi – « *V* ».

I. Nyuton massani dinamikaning ikkinchi qonunida harakat miqdori orqali kiritgan bo'lib, unda harakat miqdori deganda « *$m V$* » – jism massasini uning harakatlanish tezligiga ko'paytmasini tushunish nazarda tutilgan.

«Harakat miqdorini o'zgarishi ta'sir ko'rsatayotgan harakatlanuvchi kuchga proporsional va ushbu kuch ta'sir

ko'rsatayotgan yo'nalishi bo'yicha sodir bo'ladi» (akademik A.H. Крылов tarjimai).

Ushbu keltirilgan ta'rif quyidagi analitik ifoda orqali yozilishi mumkin:

$$F * \Delta t = V_2 m - V_1 m. (5.1.2)$$

Ushbu ifodaning chap qismi, ya'ni kuchni uning ta'sir ko'rsatish vaqtiga ko'paytmasi, kuch impulsi deb aytiladi.

Jismga ta'sir ko'rsatadigan kuch impulsi kattaligi ushbu jism harakat miqdorining (impulsining) o'zgarishiga teng.

5.1.2- ifodaning shaklini o'zgartiramiz:

$$F * \Delta t = m * (V_2 - V_1) (5.1.3)$$

$$F = m * (V_2 - V_1) / \Delta t (5.1.4)$$

$$F = m * a (5.1.5)$$

Shunda oxirgi ifoda Nyutonning ikkinchi qonuni yozilishini keng tarqalgan shaklini qabul qildi. Bu formuladagi **massa** jismga ta'sir ko'rsatadigan « *F* » **kuch** bilan ushbu **kuch vujudga keltirgan « a »** tezlanish o'rtasidagi proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib xizmat qiladi va jismning **inertligi me'yori** sifatida ishtirok etadi.

Inertlik – jismning o'z xususiy tezligini o'zgarishiga qarshilik ko'rsatish qobiliyatini tavsiflaydi (xarakterlaydi).

O'zaro ta'sirlashish natijasida jismlar oladigan (ularga beriladigan) tezlanishlarning nisbati ushbu jismlarning massalari nisbatiga teskari bo'ladi deb hisoblash qabul qilingan:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} (5.1.6)$$

Aynan shu munosabat (nisbat) jismlarning massasini aniqlash imkoniyatini yaratadi. Agar o'zaro ta'sirlashayotgan ikkita jismlarning bittasi massasini « m_{et} » - etalon sifatida olinsa, u holda boshqa jismning « m » massasi quyidagi (5.1.6-formuladan kelib chiqadigan) ifodadan foydalanib aniqlanishi mumkin:

$$m = m_{et} \cdot \frac{a_{et}}{a} \quad (5.1.7)$$

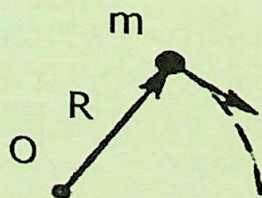
Amaliyotda, ko'pchilik hollarda, massani tarozida tortish (vzveshivaniye) yordamida o'lchanadi. SI Xalqaro birliklar tizimida massaning o'lchov birligi 1 kilogramm (qisqacha 1 kg.) hisoblanadi.

Massaning 1 kg. birligi - tarozi toshi shaklida platino-iridiy aralashmasidan yasalgan (quyilgan) bo'lib, u Parijning yaqinida joylashgan Sevr shahridagi Xalqaro me'yorlar va o'lchovlar byurosida xalqaro etalon sifatida saqlanadi.

Jismlar aylanma harakat qilayotganda uning inertlik me'yori sifatida inersiya momenti ishtirok etadi.

« O » o'qi atrofida aylanayotgan massasi « m » bo'lgan moddiy nuqta uchun **INERSIYA MOMENTI** (5.1.1-rasm) jism massasini aylanish o'qidan moddiy nuqtagacha bo'lgan « R » masofaning kvadratiga ko'paytirish orqali niqlanadi:

$$J = m \cdot R^2. \quad (5.1.8.)$$



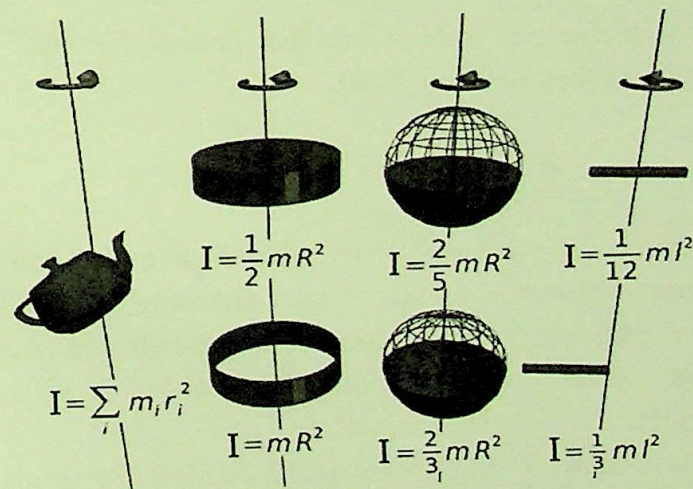
5.1.1-rasm. O o'q atrofida aylanayotgan m massali jism

Agar o'lchamlari chekli qiymatga ega bo'lgan jism qaralayotgan bo'lsa, u holda uni ko'p sonli moddiy nuqtalar to'plamidan tashkil topgan deb tasavvur qilish (tasvirlash) mumkin. Uning to'liq inersiya momenti uni tashkil qilgan qismlarning (zarralarning) inersiya momentlarini summasi sifatida aniqlanadi.

$$J = \sum m_i \cdot r_i^2 \quad (4.1.4.)$$

Agar jism uning markazi orqali o'tadigan o'qqa nisbatan aylanayotgan bo'lsa, uning inertligi jismning xususiy inersiya momenti deb aytiladi.

Ayrim geometrik shakllarga ega bo'lgan jismlar uchun hisoblangan xususiy inersiya momentlari 5.1.2-rasmda ifodalangan.



5.1.2-rasm. Geometrik shakllarga ega bo'lgan ayrim jismlarning xususiy inersiya momentlari (bunda R —radius, l —qalinlik).

Isonning tanasini tashkil bir qator o'zaro chambarchas bog'liq bo'lgan jismlardan topgan tizim sifatida qarash (o'rganish) qabul qilingan.

Bunday tashkil qiluvchi jismlar sifatida tananing biozvenolari (bosh, gavda, yelka, son va shu singarilar) qarab chiqiladi.

Inson tanasini modellastirish jarayonida boshni massasi birjinsli (tekis) taqsimlangan shar deb faraz qilinadi, boshqa ayrim zvenolar silindrsimon ko'rinishdagi massasi bir jinsli taqsimlangan jism deb tasavvur qilinadi, Shuning bilan birga hamma zvenolar qattiq jismlar deb hisoblanadi.

Bunday modelda zvenolarning xususiy inersiya momentlari quyidagi ma'lum formulalar orqali aniqlanadi:

– bosh inersiya momenti massasi bir jinsli (tekis) taqsimlangan shar uchun formuladan

$$J_o = 2/5 mr^2 \quad (5.1.9.),$$

Boshqa biozvenolar inersiya momenti massasi bir jinsli (tekis) taqsimlangan silindr uchun formuladan

$$J_o = 1/12 ml^2 \quad (5.1.10.).$$

Xususiy inersiya momentlarini yanada aniqroq hisoblash uchun eksperimental ma'lumotlar asosida olingan regressiya tenglamalaridan foydalaniladi. Masalan, V.M. Zasiorskiy va hammualliflar "Biomexanika dvigatel'nogo apparata cheloveka. – M., 1981. – 212 s." ishida shunday shunday hisoblash natijalari keltirilgan.

Aylanma harakat bilan jismoniy mashq bajarilishi davomida inson tanasi biozvenolari faqatgina o'z xususiy o'qlariga nisbatan aylanib qolmay, balki boshqa o'qlarga nisbatan ham aylanadi.

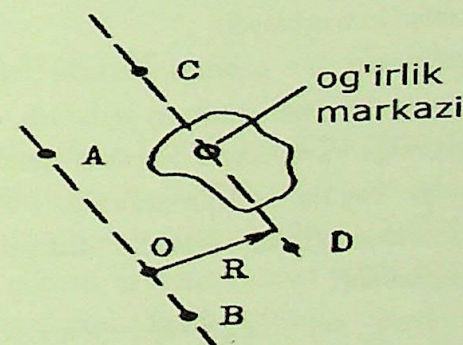
Bunday hollarda zvenolarning inersiya momentlarini aniqlash uchun Gyuygens – Shteyner teoremasidan yoki oddiygina **Shteyner teoremasidan** (shveysariya matematigi Yakob Shteyner va gollandiyalik matematik, fizik va astronom Xristian Gyuygenslar sharafiga shunday nom berilgan) foydalaniladi.

Qattiq jismning biron-bir aylanish o'qiga nisbatan INERSIYA MOMENTI berilgan o'qqa parallel bo'lgan, Shuning bilan birga jismning (tananing) UOM orqali o'tadigan o'qqa nisbatan inersiya momentlari va jism massasi bilan o'qlar orasidagi masofaning kvadratlari ko'paytmasini yig'indisi (summasi) orqali aniqlanadi.

Masalan, agar bitta jism 5.1.3-rasmda tasvirlangandek joylashgan va «*m*» massaga ega bo'lsa, uning «*O*» nuqta orqali o'tadigan AV o'qqa nisbatan inersiya momenti quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$J = J_s + mR^2, \quad (5.1.11)$$

bu formulada «*J_s*» – jismning UOM orqali o'tgan CD o'qqa nisbatan inersiya momenti, «*R*» – «*O*» nuqta orqali o'tgan AV aylanish o'qi bilan unga parallel bo'lgan jismning UOM orqali o'tgan SD o'q orasidagi eng qisqa masofa.



5.1.3-rasm. Jismning UOM orqali o'tgan CD o'qqa nisbatan inersiya momentini hisoblash.

Inson tanasining to'liq inersiya momenti hisob-kitob ishlari yo'li bilan ham, tajriba (eksperiment) o'tkazish yo'li bilan ham aniqlanadi.

Hisob-kitoblar usuli jismning inersiya momentini quyidagi formula bo'yicha aniqlashni (hisoblab topishni) nazarda tutadi:

$$J = \sum (J_{si} + m_i R_i^2), \quad (5.1.12)$$

bu formulada « J_{si} » – tartib raqami (nomeri) i -nchi bo'lgan zvenoning o'z og'irlik markaziga nisbatan inersiya momenti, « m_i » – ushbu i -inchi zveno massasi, « R_i » – i -nchi zveno og'irlik markazi va aylanish o'qi orasidagi masofa.

Sportchi jismoniy mashqlarni bajarish davomida o'z xususiy tanasining inersiya momentini o'zgartirishga qodir, Shuning bilan bir vaqtda uning massasi o'zgarmay qoladi. Inersiya momentining o'zgarishi sanoq nuqtasi - sanoq boshidan (aylanish o'qidan) sportchi tanasi zvenolarining og'irlik markazigacha bo'lgan (bu masofani o'zgarishiga, o'z navbatida, mushak kuchlanishlari tufayli erishiladi) masofani o'zgarishi hisobiga amalga oshiriladi.

Aylanma harakatni miqdor jihatdan **kinetik moment** deb atash qabul qilingan. Bundan tashqari, ushbu jismoniy kattalikning boshqa - harakat miqdor momenti, impuls momenti, burchakli moment, orbital moment singari nomlari ham uchraydi.

Kinetik moment – qanday massa (massali jism) aylanayotganiga, u (ya'ni jism massasi) aylanish o'qiga nisbatan qanday taqsimlanganiga va aylanma harakat qanday tezlik bilan sodir bo'layotganiga bog'liq bo'lgan kattalik bo'lib, uning son qiymati jism inersiya momentini aylanma harakat burchakli tezligiga ko'paytmasiga teng bo'ladi.

Bitta yaxlit qattiq jism sifatida bitta simmetriya o'qi atrofida aylanayotgan qattiq jismlar tizimi uchun « L » - kinetik moment quyidagi ko'rinishda yozilishi mumkin:

$$L = J \cdot \omega, \quad (5.1.13)$$

bu formulada « J » – aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti, « ω » – burchakli tezlik vektori.

Inersiya momentini hisoblashda sanoq boshi sifatida, umuman prinsipial tomondan qaralganda, ixtiyoriy o'q yoki nuqta olinishi mumkin,

Shuning bilan birga javob sifatida bir-birlari bilan Shteyner teoremasi vositasi orqali bog'langan turli kattaliklar olinadi.

Sportchi tanasining yaxlit holdagi jism sifatidagi to'liq kinetik momenti (aylanma impulsi) jismning hamma biozvenolarining kinetik momentlarini vektorli summasi bilan aniqlanadi.

$$L = \sum (J_{oi} \cdot \Omega_i + m_i \cdot V_i \cdot d_i), \quad (5.1.14)$$

ushbu formulada « J_{oi} » – tartib raqami (nomeri) i -nchi biozvenoning o'z og'irlik markaziga nisbatan inersiya momenti; « Ω_i » – ushbu biozvenoning o'z og'irlik markaziga nisbatan burchakli tezligi; « m_i » – mazkur zveno massasi; « V_i » – uning og'irlik markazini tezligi; « d_i » – sportchi tanasining aylanish o'qiga nisbatan og'irlik markazi tezlik vektorini yelkasi.

Nyutonning ikkinchi qonuniga binoan kinetik momentni o'zgarishi tashqi kuchlarning natijaviy « $M_{vnesh.}$ » momentiga teng bo'ladi.

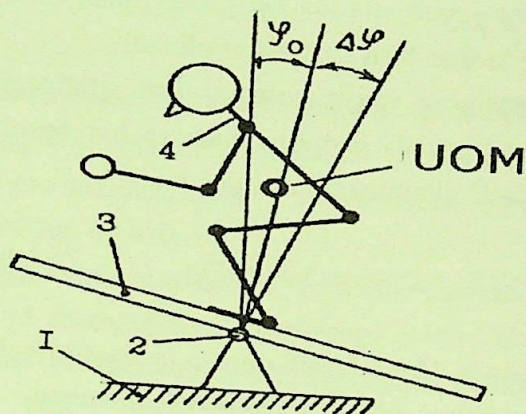
$$\Delta L / \Delta t = M_{vnesh.}, \quad (5.1.15)$$

bu formulada « ΔL » – kinetik momentni o'zgarishi; « Δt » – ushbu o'zgarish sodir bo'lishiga ketgan vaqt.

Jismning inersiya momentini tajriba yo'li bilan (eksperimental) aniqlash yo'llari, odatda, aylanma harakat uchun Nyutonning ikkinchi qonunidan foydalanishga asoslangan bo'ladi:

$$J\varepsilon = M, \quad (5.1.14)$$

ushbu formulada « M » – jismga ta'sir ko'rsatayotgan kuch momenti; « ε » – kuch momenti ta'siri ostida jism olgan (erishgan) burchak tezlanish; « J » – jismning inersiya momenti. Bunday usulga misol tariqasida quyidagi qurilmani keltirish mumkin. Uning soddalashtirilgan sxemasi 5.1.4-rasmda keltirilgan.



5.1.4- Jismning inersiya momentini tajriba yo'li bilan (eksperimental) aniqlash uchun soddalashtirilgan qurilma sxemasi.

Ushbu qurilma 2- sharnirli tayanchdan foydalanib 1-asosga joylashtirilgan (mahkamlangan) 3- platformadan tashkil topgan.

3- platforma 2- sharnirli tayanchda erkin aylanishi mumkin.

O'lchashlarni amalga oshirish uchun sportchi tadqiq qilinayotgan pozasida platformada joylashadi, platformani muvozanat holatidan «sportchi-platforma» tizimi UOM proyeksiyasini 3- platformaning 2- o'qi bilan mos kiyelmasligini ta'minlaydigan biron-bir φ_0 burchakka chetlatib, shu holati qayd etiladi.

Keyin, qayd qiluvchi elementlar bartaraf etilib, platformani 2- sharnirli tayanchda boshlang'ich aylanish tezligi bilan erkin aylanishiga imkoniyat yaratiladi. Shuning bilan birga, 3- platformani oldindan belgilangan (berilgan) va 5° dan oshib ketmaydigan $\Delta\varphi$ burchakka burilish vaqti qayd qilinadi.

Olingan o'lchash natijalari bo'yicha (asosida) jismning inersiya momenti aniqlanadi.

Mazkur ish sportchi tanasining o'z UOMga nisbatan inersiya momentini hisblash yo'li bilan aniqlashdan iborat.

Ishni bajarish tartibi

1 -bosqich. Tayyorlasha materialov i dastur dlya aniqlashya momentov inersii sportchi tanasining v jismoniy mashqni bajarilishi.

1.1. «5.1. Dinamika. Jismoniy mashqni bajarilishi davomida jismning inersiya momentini aniqlash bo'yicha jadvalni hujjatlashtirish namunasi» (disk D/Biomexanika/Obrazsy oformleniya jadval v Excel).

Excel faylini oching. Ushbu fayl oltita bir-biri bilan o'zaro bog'liq bo'lgan quyidagi elektron jadvallardan tashkil topgan:

- «Jismning inersiya momentlarini aniqlash»;
- «Jismning biozvenolari massasini aniqlash»;
- «Biozvenolar uzunligini aniqlash»;
- «Masofa masshtabini aniqlash»;
- «Biozvenolar og'irlik markazlaridan sportchi tanasining UOMgacha bo'lgan (R_i) masofalarni aniqlash».

- «Jismoniy mashqni bajarilishi davomida tananing inersiya momentini o'zgarishi».

• Microsoft Excel ning «Soxranit kak» funksiyasidan foydalanib (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Dinamika) o'z papkangizda «Jismoniy mashqni bajarilishi davomida jismning inersiya momentlarini aniqlash» nomi bilan faylni saqlang.

1.2. S помощью программы AdobePhotoshop dasturidan foydalanib «Sportchi tanasining pozasini o'zgarishi» (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Joy dasturi) faylini oching.

• AdobePhotoshop dagi « Сохранит как » funksiyasidan foydalanib faylni «Sportchi tanasining inersiya momentlarini uning UOMga nisbatan aniqlash» (disk D/Biomexanika/Talaba/F.I.O./Dinamika) nomi bilan saqlang.

1.3. RasChT.exe (disk D/Biomexanika) dasturini oching.

2 -bosqich. Jismning biozvenolari (m_i) massasini kilogrammlarda aniqlash.

- «Jismning biozvenolari massasini aniqlash» jadvalining yacheykasida joylashtirilgan sportchi tanasi massasining taxminiy son qiymatini siz tahlilini amalga oshirayotgan mashqni bajarayotgan sportchi tanasi massasining son qiymatiga almashtiring.
- tana zvenolari massalarining son qiymatlari «Jismning biozvenolari massasini aniqlash» jadvalning mos ustunida va «Jismning inersiya momentlarini aniqlash» jadvalining «Massa, $M_i(kg)$ » ustunida avtomatik tarzda paydo bo'ladi.
- agar biozvenolar massalarining foizlarda ifodalangan nisbati jadvalda keltirilgan o'rtacha arifmetik qiymatlardan farq qilsa, «Jismning biozvenolari massasini aniqlash» jadvalining «Foizlarda ifodalangan massa, %» ustuni mazmuniga (son qiymatiga) o'zgarish kiriting. Bu ma'lumotlarni aniqlashtirishga (korreksiya qilinishiga) olib keladi.

3-bosqich. Tahlil qilinayotgan mashqni bajarilishida sportchi tanasining biozvenolari uzunligini aniqlash.

3.1. Biozvenolar uzunligini chegaraviy nuqtalari koordinatalarini aniqlang.

- **AdobePhotoshop** «Sportchi tanasining inersiya momentini uning UOMga nisbata aniqlash» (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Dinamika) faylini faollashtiring.
- Faylning birinchi qatlamini ko'rinadigan qiling (**Alt** tugmasini bosib (ushlab) turgan holda sichqonchaning chap tugmasini qatlam tasvirining ko'zi ustida cherting (cherting)) va faol qiling (qatlamni faollashtirish uchun sichqonchaning chap tugmasini qatlamning o'ng qismidagi maydon bo'yicha bosing (cherting)).
- **RasChT.exe** dasturini faollashtiring, muloqot oynasini yarimshaffof qiling va **AdobePhotoshop** dasturining muloqot oynasini

ustiga shunday joylashtiring-ki, ushbu muloqot oynasi sportchi tasvirini to'liq qoplasin (yopsin).

- **RasChT.exe** dasturining menyusida «Zaxvat koordinat» opsiyasini faollashtiring.
- biozvenolar uzunligini chegaralaydigan nuqtalarning koordinatalarini aniqlang (kursorni nuqta ustiga olib keling, **Ctrl** tugmasini bosib (ushlab) turib, **Probel** tugmasi ustida cherting).
- Aytilgan koordinatalarni aniqlash davomida quyidagi ketma-ketlikda bajarilishiga rioya qiling:
 - bosh,
 - gavda,
 - o'ng yelka,
 - chap yelka.
 - o'ng tirsak,
 - chap tirsak,
 - o'ng panja ,
 - chap panja ,
 - o'ng son,
 - chap son,
 - o'ng boldir,
 - chap boldir,
 - o'ng tovon,
 - chap tovon.
- **RasChT.exe** dasturning «Perenos v Excel» opsiyasini faollashtiring (koordinatalar avtomatik tarzda «List 1» yoki «Kniga 1» fayliga joylashtiriladi).
- «List 1» **Excel** faylidan nuqta koordinatalarini almashish buferiga nusxasini (kopiyasini) oling (ko'chiring).
- «Jismoniy mashqni bajarilishi davomida jismning inersiya momentlarini aniqlash» (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Dinamika) **Excel** faylini faollashtiring.

- «Biozvenolar uzunligini aniqlash» jadvalining «Biozvenolarning X oxiri (chegarasi) koordinatalari» va «Biozvenolarning U oxiri (chegarasi) koordinatalari» ustunlarining mazmunini (ma'lumotlarini) almashish buferida joylashib turgan mos koordinatalar mazmuniga (ma'lumotlariga) almashtiring (ustunlarning mazmunini (ma'lumotlarini) belgilang, sichqonchaning chap tugmasidan foydalanib kontekst menyuni ekranga chiqaring (chaqiring), sichqonchaning chap tugmasi bilan «Vstavit» opsiyasi ustida cherting).

3.2. Tananing biozvenolari uzunligini hisoblash uchun masofa masshtabini aniqlang.

- **Adobe Photoshopning** «Sportchi tanasining inersiya momentini uning UOMga nisbatan aniqlang» (disk D/Biomexanika/Talaba/F.I.O./Dinamika) faylini faollashtiring.

- Faylning birinchi qatlamini ko'rinadigan qiling va faollashtiring (**Alt** tugmasini bosib (ushlab) turgan holda sichqonchaning chap tugmasini qatlam ko'zining tasviri ustida bosing (cherting), qatlamni faollashtirish uchun qatlamni o'ng tomonidagi maydon ustida sichqonchaning chap tugmasini bosing (cherting)).

- **RasChT.exe** dasturini faollashtiring, uning muloqot oynasini yarimshaffof qiling va **Adobe Photoshopning** «Sportchi tanasining inersiya momentini uning UOMga nisbatan aniqlang» faylini birinchi qatlamni tasvirining ustiga joylashtiring (qo'ying).

- **RasChT.exe** dasturining «Zaxvat koordinat» opsiyasini faollashtiring (zarurat bo'lgan hollarda «Ochistit istoriyu» opsiyasidan foydalaning).

- uzunligi bir metr bo'lgan masshtabli bo'lakni chegaralaydigan nuqtalarning koordinatalarini aniqlang (masshtabli bo'lak tayanchning sirtiga bo'r bilan chizilgan). Sichqonchadan foydalanib kursorni birinchi nuqtaning ustiga keltiring, **Ctrl** tugmasini bosib (ushlab) turib, **Probel** tugmasini cherting (bosing). Xuddi shunday usul bilan ikkinchi nuqtaning koordinatalarini qayd eting.

- **RasChT.exe** dasturining «Perenos v Excel» opsiyasini faollashtiring (buning natijasida koordinatalar avtomatik tarzda Excel fayliga joylashadilar).

- Masshtabli bo'lakni chegaralab turgan nuqtalarning koordinatalarini almashish buferiga nusxasini (kopiyasini) ko'chiring va «Jismoniy mashqni bajarilishi davomida jismning inersiya momentlarini aniqlash» faylini ichidagi «Masofa masshtabini aniqlash» **Excel** jadvalining mos ustunlariga joylashtiring.

- «Masofa masshtabini aniqlash» jadvalining «Masshtab» ustunida va boshqa jadvallarning mos ustunlarida masshtabning son qiymatlari avtomatik tarzda paydo bo'ladi.

- Xuddi Shuningdek, biozvenolar uzunligining son qiymatlari avtomatik tarzda hisoblanadi hamda «Biozvenolar uzunligini aniqlash» va «Jismning inersiya momentlarini aniqlash» jadvallarining mos ustunlariga kiritiladi.

4 -bosqich . Adobe Photoshop dasturining o'lchov birliklarida sportchi tanasining biozvenolari og'irlik markazlarigacha bo'lgan masofalarni aniqlash.

- Tananing biozvenolari uzunligi metrlarda aniqlanganligi va «Jismning inersiya momentlarini aniqlash» jadvalining III-ustunida belgilanganligi (joylashganligi) sababli jadvalning V-ustunida biozvenoning proksimal chekkasidan (oxiridan) uning og'irlik markazigacha metrlarda ifodalangan masofa avtomatik tarzda hisoblanadi.

- qatlam tasvirida zvenolarning og'irlik markazi holatini (joylashishini) belgilash (qayd qilish) uchun masofani **Adobe Photoshop** dasturining o'lchov birliklariga o'tkazish koeffitsiyentini hisoblab topish kerak.

- **Adobe Photoshopning** «Sportchi tanasining inersiya momentini uning UOMga nisbatan aniqlang» (disk D/Biomexanika/Talaba/F.I.O./Dinamika) faylini faollashtiring.

- «Lineyka» uskunasi (instrumentidan) foydalanib **Adobe Photoshop** dasturining o'lchov birliklarida uzunligi 1 metr bo'lgan gorizontal yoki vertikal tashkil etuvchisi bo'yicha masshtab bo'lagini o'lchang.

- Olingan raqam (uning son qiymati «Uskuna (instrument) parametri» satrida) paydo bo'ladi va masofani **Adobe Photoshop** dasturining o'lchov birliklariga metrlarda ifodalab o'tkazish uchun koeffitsiyent rolini ijro etadi (bajaradi).

- Koeffitsiyentning son qiymatini «Jismning inersiya momentlarini aniqlash» jadvalining mos yacheykasiga kiriting (VI-ustunning yacheykasi «Biozvenoning proksimal oxiridan (chekkasidan) og'irlik markazigacha bo'lgan masofa, (**Photoshop** dasturining o'lchov birligi)). Izlanayotgan masofalar avtomatik tarzda hisoblanadi va ustunning yacheykalarida belgilanadi (chiqadi).

5-bosqich. Sportchi tanasining biozvenolari og'irlik markazini qatlam tasvirida belgilanishi.

- **Adobe Photoshopning** «Sportchi tanasining inersiya momentini uning UOMga nisbatan aniqlash» (disk D/Biomexanika/Talaba/F.I.O./Dinamika) faylini faollashtiring.

- **Excelning** «Jismoniy mashqni bajarilishi davomida jismning inersiya momentlarini aniqlash» (disk D/Biomexanika/Talaba/guruh/F.I.O./Dinamika) faylini faollashtiring.

- **Microsoft Windowsning** «Okna sleva na pravo» funksiyasidan foydalanib **Adobe Photoshop** va **Excel** muloqot oynalarini bir vaqtning o'zida ko'rinadigan qiling (kursorni «Panel zadach» satriga keltiring va sichqonchaning o'ng tugmasini chertish orqali kontekst menyuni chaqiring, «Okna sleva na pravo» opsiyasini tanlang.

- Muloqot oynalarining qulay o'lchamlarini tanlang. **Adobe Photoshopning** «Sportchi tanasining inersiya momentini uning UOMga nisbatan aniqlash» faylining tahlil qilinadigan qatlamini «Sloi» palitrasidagi ko'z shaklidagi bayroqchalarni videogrammaning

qolgan hamma lavhalarida olib tashlab, ko'rinadigan qiling va faollashtiring:

- ko'rinadigan qilinishi kerak bo'lgan qatlamning ko'ziga sichqoncha kursorini o'rnatish;

- Alt tugmasini bosib (ushlab) turib sichqonchaning chap tugmasini bosish (chertish);

- qatlamni faollashtirish uchun sichqonchaning chap tugmasini tasvirning o'ng tomonidagi maydonda bosish (chertish).

- «Kisti - Panja» uskunasi (instrumentini) faollashtirish va rang - firuza rang (biryuzovyy), diametri 4 piksel, qattiqligi 100% parametrlarini o'rnatish.

- Qatlam tasvirida sportchi tanasining biozvenolari og'irlik markazi joylashgan joyini aniqlash uchun «Lineyka» uskunasi (instrumentini) faollashtirish:

- ishlash qulay bo'lishi uchun biozvenolar og'irlik markazini aniqlanishini «Jismning inersiya momentlarini aniqlash» jadvalining VI-ustunidagi ro'yxatda keltirilgan ketma-ketlik bo'yicha amalga oshirish, shu yerni o'zida masofaning raqamli son qiymati to'g'risidagi ma'lumot (ma'lumotya) ham mavjud (joylashgan).

- kursorni biozvenoning proksimal oxiriga (chekkasiga) o'rnatish;

- sichqonchaning chap tugmasini bosib (ushlab) turgan holda lineykani biozvenoning bo'ylama o'qi bo'yicha «Uskunalar (instrumentlar) paneli» satrida biozvenoning og'irlik markazigacha (L1) masofaning kerak bo'lgan son qiymati paydo bo'lgunicha cho'zish (o'rnatish);

- kursorning holatini (vaziyatini) o'zgartirmagan holda «Lineyka» uskunasi (instrumentini) «Kisti - Panja» uskunasi (instrumentiga) o'zgartirish (almashtirish) uchun lotin imlosidagi (yozuvidagi) «V» tugmasini bosish.

- sichqonchaning chap tugmasini chertish (bosish) bilan biozvenoning og'irlik markazi holatini (vaziyatini) belgilang.

- keyingi (navbatdagi) biozvenoning og'irlik markazigacha bo'lgan masofani o'lchashga o'tish uchun «Kisti - Panja» uskunasi

(instrumentini) «Lineyka» uskunasi (instrumentiga) buning uchun «tezkor» «I» tugmasidan foydalanib o'zgartirish (almashtirish) kerak.

6-bosqich . Har bir biozvenoning og'irlik markazidan tananing UOMgacha bo'lgan metrlarda ifodalangan (Ri) masofani o'lchash.

- Adobe Photoshopning «Sportchi tanasining inersiya momentini uning UOMga nisbatan aniqlang» (disk D/Biomexanika/Talaba/F.I.O./Dinamika) faylini faollashtiring.

- RasChT.exe dasturini faollashtiring, uning muloqot oynasini yarimshaffof qiling, Adobe Photoshopning «Sportchi tanasining inersiya momentini uning UOMga nisbatan aniqlash» faylini birinchi qatlamining tasviri ustiga joylashtiring.

- RasChT.exe dasturining «Zaxvat koordinat» opsiyasini faollashtiring.

- Ctrl tugmasini bosib (ushlab) turib va Probel tugmasini chertib (bosib) biozvenolarning og'irlik markazidan UOMgacha bo'lgan masofalarni chegaralab turgan nuqtalar koordinatalarini quyidagi ketma-ketlikda qayd qiling:

- boshning og'irlik markazi – UOM,
- gavdaning og'irlik markazi – UOM,
- o'ng yelkaning og'irlik markazi – UOM,
- chap yelkaning og'irlik markazi – UOM,
- o'ng sonning og'irlik markazi – UOM,
- chap sonning og'irlik markazi – UOM,
- o'ng oyoq boldirining og'irlik markazi – UOM,
- chap oyoq boldirining og'irlik markazi – UOM,
- o'ng oyoq tovonining og'irlik markazi – UOM,
- chap oyoq tovonining og'irlik markazi – UOM.

- RasChT.exe dasturining «Перенос в Эксел» opsiyasini faollashtiring (bunda koordinatalar Excel «List 1» («Kniga 1») fayliga joylashadi).

- Biozvenolarning og'irlik markazidan UOMgacha bo'lgan masofalarni chegaralab turgan nuqtalarning koordinatalarining nusxasini

(kopiyasini) Excel «List 1» faylidan oling hamda Excel ning «Jismoniy mashqni bajarilishi davomida jismning inersiya momentlarini aniqlash» (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Dinamika) faylidagi «Biozvenolar og'irlik markazlaridan sportchi tanasining UOMgacha bo'lgan (Ri) masofalarni aniqlash» jadvalining «Masofalarning X oxiri (chekkasi) koordinatalari» va «Masofalarning U oxiri (chekkasi) koordinatalari» ustunlariga qo'ying (joylashtiring).

- Tananing UOMdan har bir biozvenoning og'irlik markazigacha bo'lgan va metrlarda ifodalangan masofalar (Ri) «Sportchi tanasining biozvenolari og'irlik markazidan UOMgacha bo'lgan masofalarni aniqlash» jadvalining «Metrlarda ifodalangan masofalarning (Ri) uzunligi» ustunida va «Jismning inersiya momentlarini aniqlash» jadvalining «Biozvenolar og'irlik markazidan tananing UOMgacha bo'lgan (Ri) masofa (m)» ustunida ko'rsatiladi (paydo bo'ladi).

7 -bosqich. Izlanayotgan xarakteristikalar hisoblanishini Excel avtomatik tarzda amalga oshiradi, ko'rsatkichlarni olish uchun foydalanilgan formulalar tahlilini o'tkazing:

- VIII - ustunda biozvenolarning xususiy inersiya momentlari keltirilgan.

- IX – ustunda kichik (nuqtaviy) o'lchamga va massaga ega bo'lgan biozvenolarining sportchi tanasining UOM orqali o'tgan o'qqa nisbatan inersiya momentlari keltirilgan.

- X – ustunda biozvenolarning sportchi tanasining UOM ga nisbatan to'liq inersiya momentlari keltirilgan.

- X – ustunning oxirgi (so'nggi) yacheykasida sportchi tanasining UOMga nisbatan tananing to'liq inersiya momenti ko'rsatkichi hisoblangan.

8 -bosqich . «Jismoniy mashqni bajarilishi davomida tananing inersiya momentini o'zgarishi» jadvalining «Jismoniy mashqni bajarilishida tana biozvenolarining I pozadagi $J_i = J_{si} + m_i \cdot R_i^2$ (to'liq) inersiya momentlari» ustunini to'ldiring.

- «Jismning inersiya momentlarini aniqlash» jadvalining X – ustunida joylashtirilgan tana biozvenolarining to'liq inersiya momentlari son qiymatlarini va tananing to'liq inersiya momenti son qiymatini ajrating (belgilang) va almashish buferiga nusxasini (kopiyasini) ko'chiring.

- «Jismoniy mashqni bajarilishi davomida tananing inersiya momentini o'zgarishi» jadvalining «Jismoniy mashqni bajarilishida I - Pozadagi tana biozvenolarining (to'liq) inersiya momenti $J_i = J_{si} + m_i \cdot R_i^2$ » ustunidagi son qiymatlarini ajrating (belgilang).

- Sichqonchaning o'ng tugmasini belgilangan (ajratilgan) maydon bo'yicha chertish (bosish) kontekst menyuni chaqiring va «Spesialnaya vstavka...» opsiyasini tanlang.

- «Znacheniya - Son qiymatlar» opsiyasini faollashtiring va son qiymatlarni «OK» tugmasini bosish orqali ustunga qo'ying (joylashtiring).

9 -bosqich. AdobePhotoshopning «Sportchi tanasining inersiya momentini uning UOMga nisbatan aniqlash» (disk D/Biomexanika/Talaba/F.I.O./Dinamika) faylidagi boshqa qatlamlarda sportchi tanasi biozvenolarining inersiya momentlarini va butun tananing to'liq inersiya momentini aniqlash.

- Faylning navbatdagi (keyingi) qayta ishlov berilmagan qatlamini ko'rinadigan qiling va faollashtiring (kursorni qatlamning ko'zi ustiga keltiring va **Alt** tugmasini bosib (ushlab) turib sichqonchaning chap tugmasi bo'yicha cherting (bosing); faollashtirish uchun esa «Sloi» palitrasida kursorni qatlamning ko'zidan o'ng tomoniga o'tkazing va sichqonchaning chap tugmasini bosing (cherting)).

- Yuqoridagi 3-, 5-, 6-, 7- va 8- bandlardagi bosqich larda keltirilgan amallarni (muolajalarni) takrorlab bajaring.

- 8- bosqich ni bajarishda «... Poza II»; «... Poza III» va hokazo ustunlarni ketma-ketligi shundayligicha to'ldiring.

10 -bosqich. «Jismoniy mashqni bajarilishi davomida tananing inersiya momentini o'zgarishi» grafigini chizish.

- «Jismoniy mashqni bajarilishi davomida tananing inersiya momentini o'zgarishi» jadvalining nomini ajrating (belgilang).

- **Ctrl** tugmasini bosib (ushlab) turib mashqni bajarishning turli fazalarida tananing to'liq inersiya momentlari to'g'risidagi ma'lumotlardan (ma'lumotyadan) tashkil topgan (joylashtirilgan) jadvalning satrini (jadvalning oxirgi satri) nomi bilan birgalikda ajrating (belgilang)

- **Excel** ning menyusida «vaqt o'tishi bilan jarayonning yoki toifalar (kategoriyalar) bo'yicha (sanalar bo'yicha yoki yillar bo'yicha) rivojlanib borishini aks ettiradigan» «Vstavka»/ «Grafik»/grafik ni tanlang (belgilang).

11 -bosqich. Grafikda inersiya momentining o'zgarishi uchun silliq egri chizig'ini chizish.

- Sichqonchaning chap tugmasini grafikning chizig'i ustida (bo'ylab) qo'sh chertish (birdaniga ikki marta bosish) bilan chiziqni ajrating (belgilang).

- Kursorni siljitmagan holda sichqonchaning o'ng tugmasi bilan kontekst menyusini chaqiring.

- «Dobavit chiziyyu trenda...» opsiyasini tanlang.

- Ekranda paydo bo'lgan muloqot oynasida «polynomialnaya» opsiyasini tanlang, 6 «son qiymat»ini o'rnatib, «Закр» tugmasini bosing.

- Grafikning oxirgi (yakuniy) jihozlash ishlarini bajaring.

12 -bosqich. Jismoniy mashqni bajarish davomida sportchi tanasining inersiya momentlarini tahlil qilish.

12.1. «Dinamika» (D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Dinamika) papkasiga «Jismoniy mashqni bajarilishi davomida sportchi tanasining inersiya momentlarini aniqlash bo'yicha talabani hisoboti» (disk

D/Biomexanika/Talabalarning O'quv qo'llanmaishlari bo'yicha hisobot shakllari) faylining nusxasini (kopiyasini) ko'chiring.

12.2. «Jismoniy mashqni bajarilishi davomida sportchi tanasining inersiya momentlarini aniqlash bo'yicha talabaning hisoboti» (D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Dinamika) faylini oching.

12.3. Jismoniy mashqni bajarilishi davomida sportchi tanasining inersiya momentlarini aniqlash mavzusi bo'yicha hisobotni quyida keltirilgan namunaga binoan hujjatlashtiring.

- Hisobot namunasida keltirilgan nazariy savollarga yozma shaklda javob bering.

- Tadqiq qilinayotgan vaqt momentida UOMga nisbatan sportchi tanasining inersiya momentlari to'g'risida xulosa chiqaring.

Buning uchun quyidagi savollarga yozma ravishda javob qaytaring (yozing):

- fazalarning chegaraviy momentlari pozalarida UOM orqali o'tadigan o'qqa nisbatan sportchi tanasining to'liq inersiya momenti kattaligi qanday bo'ladi?

- sportchi tanasining to'liq inersiya momenti kattaligiga qanday biozvenolar eng katta hissa (ulush) qo'shadi?

- jismoniy mashqni bajarilishi davomida sportchi tanasining to'liq inersiya momenti qanday o'zgaradi?

12.4. Jismoniy mashqni bajarilishi davomida sportchi tanasining inersiya momentlarini aniqlash mavzusi bo'yicha hisobotni «Dinamika» (disk D/Biomexanika/Talaba/Guruh/F.I.O./Dinamika) papkasida saqlang.

Nazorat uchun savollar

1. Jismning inertligi nima?
2. Jismning inertligini o'lchash uchun qanday fizik kattalikdan foydalaniladi?
3. Aylanma harakat qilayotgan jismning inertligi qanday fizik kattalik bilan ifodalanadi (va o'lchanadi)?
4. Boshning xususiy inersiya momentini baholash uchun qanday modeldan foydalanish qabul qilingan?

5. Massasi bir jinsli (tekis) taqsimlangan silindrning xususiy inersiya momenti nimaga teng?

6. Jism o'zining og'irlik markazidan o'tmagan o'qqa nisbatan aylanma harakatlanayotganda uning to'liq inersiya momenti nimalardan tashkil topgan bo'ladi?

7. Bir qator biozvenolardan tashkil topgan jismning to'liq inersiya momenti nimalardan iborat bo'ladi?

8. Jismoniy mashqni bajarilishi davomida sportchi tanasining inersiya momentini oshirish yoki kamaytirish uchun nimalar qilish kerak?

9. Sportchi tanasining jismning inersiya momenti kamayganida (jismning inersiya momenti ortganida) burchakli tezligi qanday o'zgaradi?

10. Inson tanasining inersiya momenti qanday usullar yordamida aniqlanadi?

11. Sportchi tanasining biozvenolari massasi qanday aniqlanadi?

12. Sportchi tanasining biozvenolari uzunligini chegaralovchi nuqtalarning koordinatalari qanday aniqlanadi?

13. Tahlil qilinayotgan videomateriallar ma'lumotlari bo'yicha (asosida) sportchi tanasining biozvenolari uzunligi qanday aniqlanadi?

14. Sportchi tanasining biozvenolarini og'irlik markazigacha bo'lgan masofalari Adobe Photoshop dasturining o'lchov birliklarida qanday aniqlanadi?

15. Qatlam tasvirida sportchi tanasining biozvenolarini og'irlik markazi qanday belgilanadi?

16. UOMdan har bir biozvenoning og'irlik markazigacha bo'lgan masofasi metrlarda qanday o'lchanadi?

Adaptiv jismoniy tarbiya biomexanikasi – nogironlar sportining keng masalalarini echish, nogironlar yashaydigan muxitni ratsionallashtirish, ularni atrof-muxitga adaptatsiyasi paytida, ularning harakat imkoniyatlarini oshiradigan moslamalar va harakat rejimlarini ishlab chiqish bilan bog'liq.

Aylanma harakat – bunda, gavda ichidagi nuqtalarning ayrim ko'pchiligi hisoblash jismiga nisbatan harakatsiz bo'lib qoladi va aylanish o'qini hosil qiladi. Gavdaning barcha qolgan nuqtalari o'qqa nisbatan konsentrik aylanalar bo'ylab bir xildagi burchak tezlanishi bilan harakatlanadi.

Aylanish chastotasi – bu, gerslarda (Gs) o'lchanadigan birlikka teng bo'lgan vaqt bo'lagiga joylashadigan to'liq bosqichlar miqdori.

Aloqalar – harakatlanayotgan jismga boshqa jismlar tomonidan qo'yiladigan chegaralashlar.

Antagonist-mushaklar – testkari yo'nalgan ta'sirga ega: agarda, ulardan biri enguvchi ishni bajarsa, unda boshqasi – o'rnini bo'shatadigan ishni bajaradi.

Auksotonik yoki anizotonik qisqarish – bu, mushak kuchanishni rivojlantiradigan va kaltalashadigan rejimi; aynan u, odamning harakat amalini bajarilishini ta'minlaydi.

Biomexanika (yunonchadan "bio" – hayot va «mexanika» – qurol) ikkita fan – biolgiya va mexanika fanlari o'rtasida yuzaga kelgan. Odam va hayvonlarning mexanik harakatlarini bevosita o'rganishdan tashqari, ushbu fan yurakning funksiya qilishini, qonni kapilyarlardagi harakatlarini, jarohatlar mexanizmlarini, to'qimalarning, suyaklarning mustahkamligini va hokazolarni o'rganadi.

Sport biomexanikasining predmeti umuman fan sifatida – bu, tirik tizimlardagi mexanik hodisalarni o'rganish hisoblanadi.

Biomexanika o'quv fanining predmeti – o'zidan-o'zi tashkillanadigan organizmlarning va avvalam bor, odamning mexanik harakatlari hisoblanadi.

Biomexanik tavsiflar – odam harakat faoliyati biomexanikasini miqdoriy ifodalash uchun qo'llaniladigan har xil turdagi ko'rsatkichlar.

Biomexanik tizimning to'liq energiyasi – odam gavdasining mexanik tizimi elementlarini o'zaro joylashishiga bog'liq bo'lgan potensial energiya, ilgarilanma harakatning kinetik energiyasi, aylanma harakatning kinetik energiyasi, tizim elementlarining potensial deformatsiyasi, issiqlik energiyasi, almashinuv jarayonlari energiyasi yig'indisi.

Bosqichli majmuaviy tadqiq qilish – sportchi holatini tayyorgarlikning ma'lum bir siklidan keyin baholash.

Gorizontal yassilik – birinchi ikkitasiga perpendikulyar bo'lib, odam gavdasini yuqorigi va pastki qismlarga ajratadi.

Jismoniy mashqlar biomexanikasi – aholini jismoniy tarbiya qilishning, konditsion tayyorgarlik va barcha uchun sportning ommaviy shakllarida harakatlarni shakllantirishning barcha jihatlar bilan bog'liq.

Jismning og'irlik kuchi – gravitatsion o'zaro harakatning natijasi.

Joriy tadqiq qilish – sportchi holatidagi kundalik joriy o'zgarishlarni aniqlash.

Izotonik qisqarish – unda mushak tolalari doimiy tashqi yuklama ostida kaltalanadi, real harakatlarda kam namoyon bo'ladi.

Izometrik qisqarish – bu, faollashuv tipi bo'lib, unda mushak o'z uzunligini o'zgartirmasdan turib kuchanishni rivojlantiradi, unda mushakning statik kuchanishi va odam harakat apparatining statik ishi tuzilgan.

Ilgarilanma harakat – bu, gavda ichidagi ixtiyoriy nuqtalar oralig'idan olib o'tilgan har qanday bo'lak, hisoblash jismiga nisbatan o'zining orientirini yo'qotmaydigan harakat.

Imperativ trenajyorlar (lotinchadan, imperativus – buyruq tarzidagi) – odamning bo'g'im harakatlarini boshqaradi.

Inersial harakatlanish – moddiy jismning to'g'ri chiziqli va bir maromdagi harakati (yoki inersiya bo'yicha).

Inersiya – moddiy jismni tezlikni o'zgartirilishiga qarshilik ko'rsatish xususiyati hisoblanadi. Bunday qarshilik faqatgina jismlar

ma'lum bir massaga ega bo'lganliklari uchun mavjud bo'lib, uni inertlikning miqdoriy me'yori deb hisoblashadi.

Inertlik – jismni o'z tezligini boshqa jismlar bilan o'zaro harakati bo'lmaganda saqlash xususiyati.

Ishqalanish kuchlari – bitta jism boshqasiga nisbatan harakatlanganda yuzaga keladi: bir-biriga tegadigan jismlarning yuzalarida doimo bo'ladigan notekisliklar bir-birlariga ilashadi va deformatsiyaga uchraydi, sirpanadigan yuzalarning zich kontakti paytida molekulalar o'zaro ta'sir ko'rsata boshlaydi. Ishqalanish kuchi bir-biriga tegadigan jismlarning yuzalari bo'ylab, ularning nisbiy harakatlanishi tezligining vektoriga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi.

Ichki kuchlar – ayrim tizimning qismlari o'rtasidagi o'zaro ta'sir kuchlari bo'lib, odam tanasida, bu – mushak kuchanishlari.

Yo'l – bu, gavdani yoki gavda nuqtasini tanlangan vaqt oralig'ida bosib o'tgan traektoriyasi bo'lagining uzunligi.

Kuchning elkasi – bu, aylanish o'qidan toki kuchning ta'sir chizig'iga qadar bo'lgan qisqa masofa.

Kinetik moment – jismga kuch bilan ta'sir qilishning oqibati.

Kinetik energiya – ilgarilanma harakat va aylanma harakat energiyasi.

Kuch sifatlari – alohida mushak va mushaklar guruhi tomonidan rivojlantiriladigan kuch orqali namoyon qilinadi

Kuch – odam mushagining kuchlanishlari hisobiga tashqi qarshiliklarni engishi yoki unga qarshilik ko'rsatishidir.

Motorikaning ontogenezi – odamning harakatlari va harakat imkoniyatlarini butun hayoti davomidagi o'zgarishlari.

Murakkab harakat – odam gavdasi va uning zvenolari bir vaqtning o'zida ilgarilanma va aylanma harakatlarda ishtirok etishi.

Mustahkamlik – unda mushak cho'ziladigan kuchning kattaligi bilan baholanadi.

Mushaklarning ishi – bu, biologik jarayon bo'lib, unda mushak tolalari gavda bo'g'inlarini harakatlantirishi bo'yicha mexanik ishni bajarishi uchun faollashtirilishi kerak.

Mushakning quvvati – rivojlantiriladigan kuchni kaltalanish tezligiga ko'paytirishga teng.

Musobaqa faoliyatini tadqiq qilish – sportchining tayyorgarligini, mashqlarni bevosita musobaqaning ekstremal sharoitlarida bajarish texnikasini nazorat qilish va baholash.

Mushak birligi – bitta harakat birligining skelet mushak tolalari.

Muhandislik biomexanikasi – boshqariladigan robotlarni konstruksiya qilishga ustivor yo'naltirilgan.

Nazariy biomexanika – harakatlarni matematik modellashtirish, harakatlarni boshqarish qonuniyatlarini o'rganish bilan bog'liq.

Nisbatan harakatlanishni, kinematika – harakatni chaqiradigan sabablarga e'tibor qilmasdan gavda harakatini ko'rib chiqadgan mexanikaning bo'limi bayon qiladi.

Normal tezlanish – normal bo'yicha traektoriyaning mazkur nuqtasidagi urinmasi bo'ylab yo'nalgan a tezlanish vektorining tarkibiy qismi.

Odam harakatlari – mexanik hisoblanadi, ya'ni bu, harakatlanuvchi gavda yoki uning qismlari holatini boshqa jismlarga nisbatan o'zgarishi.

Operativ nazorat – sportchi holatini mazkur momentda ekspress-baholash, masalan, konkret sport mashqini bajarganidan yoki trenirovka mashg'ulotidan keyin.

Og'irlikning kuchi – odamga nisbatan tashqi kuch.

Potensial energiya – odam gavdasining mexanik tizimi elementlarini o'zaro joylashishiga bog'liq.

Relaksatsiya – mushakning doimiy uzunligi paytida tortish kuchini sekin-asta kamayishida namoyon bo'ladigan mushak xususiyati, masalan, sapchib tushishda va yuqoriga sakrashda, agarda, tizzalarda chuqur o'tirish vaqtida odam pauza qilsa.

Saggital yassilik – odam gavdasini, asosiy turish holatida (odam vertikal turgan, oyoqlari birlashtirilgan, qo'llari tanasi bo'ylab tushirilgan) ikkita nisbatan teng qismlarga – chap va o'ng qismlarga ajratadi.

Sinergist-mushaklar – gavda zvenolarini bitta yo'nalishda siljitadigan mushaklar.

Sirpanishning ishqalanishi – jism boshqasiga nisbatan ma'lum bir tezlik bilan harakatlanganida yuzaga keladi.

Sport biomexanikasi – odamning harakat amallarini sport mashqlarini bajarishi paytida o'rganadi.

Struktura – mazkur tizim ichidagi elementlar o'rtasidagi mumkin bo'lgan barcha ko'p sonli munosabatlar.

Tayanchning reaksiya kuchlari – tayanch tomonidan rivojlantiriladigan kuchlar.

Tayanchning reaksiyasi – qarshilik ko'rsatish hodisasi.

Tashqi kuchlar – mazkur jismga boshqa jismlarning ta'siri paytida yuzaga keladigan kuchlar.

Tezkor-kuch sifatlari – kuch sifatlarining bir turi bo'lib, ular, harakatlarni bajarishning har xil tezliklari paytida, odamning kuchni namoyon qilish qobiliyatini tavsiflaydi.

Tezlik – bu, bosib o'tilgan yo'lni, unga sarflangan vaqtga nisbati. U, gavda holatini fazoda qanchalik tez o'zgarishini ko'rsatadi. Tezlik – vektor bo'lganligi tufayli, u, gavdani yoki gavda nuqtasini qanday yo'nalishda harakatlanayotganligini ko'rsatadi.

Tezlanish – bu, gavda harakatlanishi tezligini o'zgarishini, ushbu o'zgarish sodir bo'lgan vaqt oralig'i davomiyligiga nisbatiga teng bo'lgan kattalik.

Tezkorlik sifatlari – odamni, vaqt bo'lagining mazkur sharoitlari uchun minimal bo'lgan harakat amallarini bajarish qobiliyati.

Tibbiyot biomexanikasi – jarohatlanishlarning sabablarini, oqibatlarini va oldini olish usullarini o'rganadigan, protezlar qurish muammolari bilan shug'ullanadi.

Tizim – umumiy ko'rinishda, berilgan maqsadli funksiyalarni bajarish uchun bir-biri bilan ma'lum tarzda bog'langan va o'zaro harakat qiladigan elementlar birikmasi.

Traetkoriya – gavdaning harakatlanuvchi nuqtasini fazoda bosib o'tadigan chizig'i.

Trenajyor – butun mashqlarni yoki ularning asosiy elementlarini, bajarilayotgan harakatlar rejimlarini reglamentlash va ularni maqsadli o'zgartirish imkonini beradigan, maxsus yaratilgan sun'iy sharoitlarda qayta tiklash imkonini beradigan moslamalar majmuasi.

Trenirovka moslamalari – odamning gavdasiga qotiriladigan va harakat sifatlari ko'rsatkichlarida yoki mashqni bajarish texnikasining parametrlarida ayrim kutilgan o'zgarishlarga erishishni ta'minlaydigan har qanday moslamalar.

Frontal yassilik – sagittal yassilikka perpendikulyar bo'lib, odam gavdasini oldingi va orqa qismlarga ajratadi.

Chuqurlashtirilgan majmuaviy tadqiq qilish – tayyorgarlikning erishilgan darajasini aniqlash va sportchilarni mas'uliyatli musobaqalardan oldin jamoaga tanlash.

Elastik kuch – ыrttiq jismning deformatsiyasi paytida, berilgan kuchlarning ta'siri ostida yuzaga keladi, chunki jism o'zining shaklini o'zgartirishi paytida, bunga o'zining kristallik panjarasini molekulalararo o'zaro ta'siri hisobiga qarshilik ko'rsatadi.

Energiya (odam organizmidagi) – bu, biokimyoviy reaksiyalarning natijasi hisoblanadi.

Ergonomik biomexanika – odamni atrof-muxit predmetlari bilan o'zaro harakatlarini o'rganish, konstruksiyalarini ratsionallashtirish va ularni harakat faoliyati jarayonida inson bilan o'zaro harakatini optimallashtirish maqsadida sport jihozlari, qurilmalari, trenajyorlar va trenirovka moslamalarini ishlab chiqish bilan bog'liq.

Energiya – bu, ishni bajarish imkoniyati, bu, mexanik tizimda mavjud bo'lgan "resursni" uni bajarish uchun ma'lum bir me'yori. Undan tashqari, energiya – bu, bir turdagi harakatni boshqa turga o'tishi.

Erkinlik darajasi – agarda, jismni ma'lum bir yo'nalishdagi harakati chegaralanmasa, ya'ni ushbu yo'nalishda uning aloqalari bo'lmasa, jism ko'rsatilgan yo'nalishda erishadigan daraja.

Qaytar aloqa – tizimning chiqish signalini, uning ishchi parametrlariga ta'sirini anglatadi.

Qattqlik – bu, qo'yiladigan kuchlarga qarshi harakat qilish qobiliyati.

Qisqaruvchanlik – bu, mushakni qo'zg'algan paytidagi qisqarish qobiliyati: natijada mushak qisqaradi va tortish kuchi yuzaga keladi.

Harakatlanish – bu, gavdaning yakuniy va dastlabki holatini vektorli farqi. Demak, harakatlanish harakatning yakuniy natijasini tavsiflaydi.

Harakat birligi – bu, somatik hujayra va harakat neyronining dendritlari, uning aksonini ko'p sonli shoxchalari va u innervatsiya qiladigan mushak tolalari.

Harakat (jismoniy) sifati – odamning jismoniy imkoniyatlarini har xil harakat holatlarida namoyon qilinishining ma'lum bir sifat me'yori.

Harakat (yoki biomexanik) tizimi – asab tizimining harakatni amalga oshirishida ishtirok etadigan komponentlarini o'z ichiga oladi. SHuning uchun, odamning harakat amalini tuzilish qonuniyatlari ko'rib chiqilganda, asab-mushakli apparat to'g'risida alohida gap yuritiladi.

Harakat qonuni – bu, gavda holatini fazoda aniqlashning bir shakli.

O'zidan-o'zi tashkillanadigan tizimlar – o'zining tashkillanganligini yaxshilash qobiliyatiga ega bo'lgan, ya'ni tizimlarni umuman olganda funktsiya qilishini belgilaydigan katta miqdordagi strukturaviy elementlar o'rtasidagi aloqalar majmui.

Foydalanilgan adabiyotlar.

Asosiy adabiyotlar

1. Vafoev B.R., Cho'lliyev S.I., Yusupova Z.X. "Sport biomexanikasi" Darslik.T.,-2021. 348 b.
2. Yusupova Z.X. "Biomexanika". O'quv qo'llanma. CH.,-2021. 321 b.
3. Akbarov A. "Sport biomexanikasidan praktikum" O'quv qo'llanma. Ch.,-2020. 251 b.
4. McGinnis, Peter Merton, E-book. Biomechanics of sport and exercise 3rd ed 2013. 460 p.

Qo'shimcha adabiyotlar

5. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob halqimiz bilan birga quramiz. – Toshkent "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 48 b.
6. Mirziyoyev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. Mamlakatimizni 2016 yilda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning asosiy yakunlari va 2017 yilga mo'ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan Vazirlar mahkamasining kengaytirilgan majlisidagi ma'ruza, 2017 yil 14 yanvar. – Toshkent: "O'zbekiston", 2017. – 104 b.
7. Mirziyoyev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza. 2016 yil 7 dekabr. Toshkent: "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 48 b.
8. Mirziyoyev Sh.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutq. – Toshkent: "O'zbekiston" NMIU, 2016. – 56 b.

9. “Jismoniy tarbiya va sport to‘g‘risida” gi qonun. // O‘zbekiston Respublikasi Qonuniga o‘zgartirish va qo‘shimchalar kiritish haqida / O‘zbekiston Respublikasi Qonuni. “Xalq so‘zi” gazetasi, 2015 yil 5 sentabr, №174, - B.1.

10. Mirziyoyev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat’iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo‘lishi kerak. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollariga bag‘ishlangan majlisidagi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. // Xalq so‘zi gazetasi. 2017 yil 16 yanvar, №11.

11. Allamuratov Sh.I., Nurmuxamedov A.M. Sport biomexanikasi. Darslik. Toshkent: Lider Press nashriyoti. 2009. 222 b.

12. Edited by Carl J., Payton and Roger M. Bartlett Biomechanical evaluation of movement in sport and exercise. E-book. Madison Ave, New York. 2008. 211 p.

13. Roger Bartlett. Introduction to Sports Biomechanics. E-book. Madison Ave, New York. 2007. 292 p.

14. Karimov M. Oliy matematika. O‘quv qo‘llanma (1-qism). Toshkent: Iqtisod-Moliya nashriyoti. 2005. 110 b.

15. Курзнев В.А. Основы математической статистики для управленцев. Учебное пособие. Санкт-Петербург: Изд-во СЗАГС. 2005. 208 с.

Axborot manbaalari

16. www.mv.gov.uz – O‘zbekiston Respublikasi hukumat portali
17. www.lex.uz// – O‘zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi
18. www.ziynet.uz – Axborot ta’lim portali
19. @fansportga, “Fan-sportga”: – Ilmiy-nazariy jurnali
20. <https://uzdjtsunf.uz/> – “Sportda ilmiy tadqiqotlar”: – Ilmiy-nazariy jurnali
21. <https://motionanalysis.com> – Harakatlar tahlilini ko‘rsatuvchi portal

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
I BOB. SPORT BIOMEXANIKASINING PREDMETI	
MAQSAD VA VAZIFALARI.....	7
1.1 Sport biomexanikasining predmeti.....	7
1.2. Biomexanik kattaliklarning o‘lchash natijalarini qayta ishlash.....	9
1.3. Sakrash kinosiklogrammasini chizish va xronogrammasini qurish.....	15
1.4. Yugurish kinosiklogrammasini chizish va xronogrammasini qurish.....	18
1.5. Sakrash kinosiklogrammasi asosida tezlik va tezlanish grafigini chizish.....	22
1.6. Yugurish kinosiklogrammasi asosida tezlik va tezlanish grafigini chizish.....	27
1.7. Odam kinestetik sezgisini (kuch bo‘yicha) panja dinamometri yordamida aniqlash.....	32
1.8. Aylanma harakatda burchak tezligini, tezlanishini hisoblash vagrafigini qurish.....	39
Nazorat savollari.....	47
II. BOB. JISMONIY MASHQLARNI BIOMEXANIK	
TADQIQ QILISHNING INSTRUMENTAL USULLARI...	49
2.1. Sport harakatini tezkor videosuratga olish.....	49
IV.BOB.JISMONIY MASHQNI BAJARISHDA	
SPORTCHI TANASINING JOYI DASTURI.....	62
4.1. Sportchi tanasining uomini Rascht.excel dasturi yordamida aniqlash.....	62
V.BOB. JISM UOM INING TEZLIGI VA	
TEZLANISHINI ANIQLASH.....	73
1-bosqich. Jismoniy mashqni bajarishda sportchi tanasining «UOMi koordinatalari» jadvachiziq tuzish.....	81
2-bosqich Sportchi tanasi UOMining tezlik va tezlanishini aniqlash.....	83
Nazorat savollari	87
VI.BOB. JISMONIY MASHQNI BAJARISHDA	
SPORTCHI TANASINING ORIYENTASIYASI DASTURI	89
6.1.Sportchi tanasining bo‘ylama o‘q bo‘yicha oriyentasiyasini aniqlash.....	89
1-bosqich. Tananing pastki qismini og‘irlik markazini aniqlash.....	92

2-bosqich Tananing bo'ylama o'qini chizish.....	94
3-bosqich Sportchi tanasining bo'ylama o'qi oriyentasiyasini aniqlash.....	95
VII.BOB. SPORTCHI TANASINING BURCHAK TEZLIGI VA TEZLANISHINI ANIQLASH.....	97
1-bosqich Burchakli tezlik va burchakli tezlanishni aniqlash....	100
2-bosqich Burchakli tezlik va burchakli tezlanishning vaqtga bog'liq grafiklarini chizish.....	101
Nazorat savollari.....	102
VIII.BOB. JISMONIY MASHQ BAJARILISHIDA SPORTCHI TANASINING POZASI DASTURI.....	103
8.1. Jismoniy mashqni bajarilishida sportchi tanasining pozasini tadqiq qilish tavsifi.....	103
1-bosqich Photoshop CS4, CS5, CS6 formatida «Sportchi tanasining pozasini o'zgarishi» faylini tayyorlang.....	116
2-bosqich Jismoniy mashqni bajarish fazalarining chegaraviy momentlarida sportchi tanasining pozalarini tavsiflash.....	118
IX.BOB. TADQIQ QILINAYOTGAN JISMONIY MASHQNI BAJARILISHIDA SPORTCHI TANASI POZASINING O'ZGARISHINI TAVSIFLASH.....	123
Nazariy ma'lumotlar.....	123
1-bosqich Tahlil qilinayotgan harakatlanish amalining birinchi fazasini chegaraviy holatlari o'rtasidagi o'tishda pozaning o'zgarishini tavsiflash.....	128
2-bosqich Harakatlanish amalining tahlil qilinayotgan ikkinchi va undan keyingi fazalarining chegaraviy holatlari o'rtasidagi o'tishlarda poza o'zgarishini tavsiflash.....	129
3-bosqich Harakatlanish amalining tahlil qilinayotgan birinchi fazasida pozaning o'zgarish qonunini aniqlash.....	129
4-bosqich Harakatlanish amalining qaralayotgan fazasida poza o'zgarishini tahlil qilish.....	130
Nazorat savollari.....	131
XI.BOB. JISMONIY MASHQNI BAJARILISHI DAVOMIDA SPORTCHI TANASINING INERSION XARAKTERISTIKALARI.....	134
11.1. Jismoniy mashqni bajarilishi davomida sportchi tanasining inersiya momentlarini aniqlash.....	134

1-bosqich Tayyorlasha materialov i dastur dlya aniqlashya momentov inersii sportchi tanasining v jismoniy mashqni bajarilishi.....	143
2-bosqich Jismning biozvenolari (mi) massasini kilogrammlarda aniqlash.....	144
3-bosqich Tahlil qilinayotgan mashqni bajarilishida sportchi tanasining biozvenolari uzunligini aniqlash.....	144
4-bosqich Adobe Photoshop dasturining o'lchov birliklarida sportchi tanasining biozvenolari og'irlik markazlarigacha bo'lgan masofalarni aniqlash.....	147
5-bosqich Sportchi tanasining biozvenolari og'irlik markazini qatlam tasvirida byelgilanishi.....	148
6 -bosqich Har bir biozvenoning og'irlik markazidan tananing UOMgacha bo'lgan metrlarda ifodalangan (Ri) masofani o'lchash.....	150
7 -bosqich Izlanayotgan xarakteristikalar hisoblanishini Excel avtomatik tarzda amalga oshiradi, ko'rsatkichlarni olish uchun foydalanilgan formulalar tahlilini o'tkazing.....	151
8 -bosqich «Jismoniy mashqni bajarilishi davomida tananing inersiya momentini o'zgarishi» grafigini chizish.....	151
9 -bosqich Grafikda inersiya momentining o'zgarishi uchun silliq egri chizig'ini chizish.....	152
10 -bosqich. «Jismoniy mashqni bajarilishi davomida tananing inersiya momentini o'zgarishi» grafigini chizish.....	153
11 -bosqich. Grafikda inersiya momentining o'zgarishi uchun silliq egri chizig'ini chizish.....	153
12 -bosqich. Jismoniy mashqni bajarish davomida sportchi tanasining inersiya momentlarini tahlil qilish.....	154
Nazorat savollari.....	156
Glossary.....	163
Adabiyotlar.....	

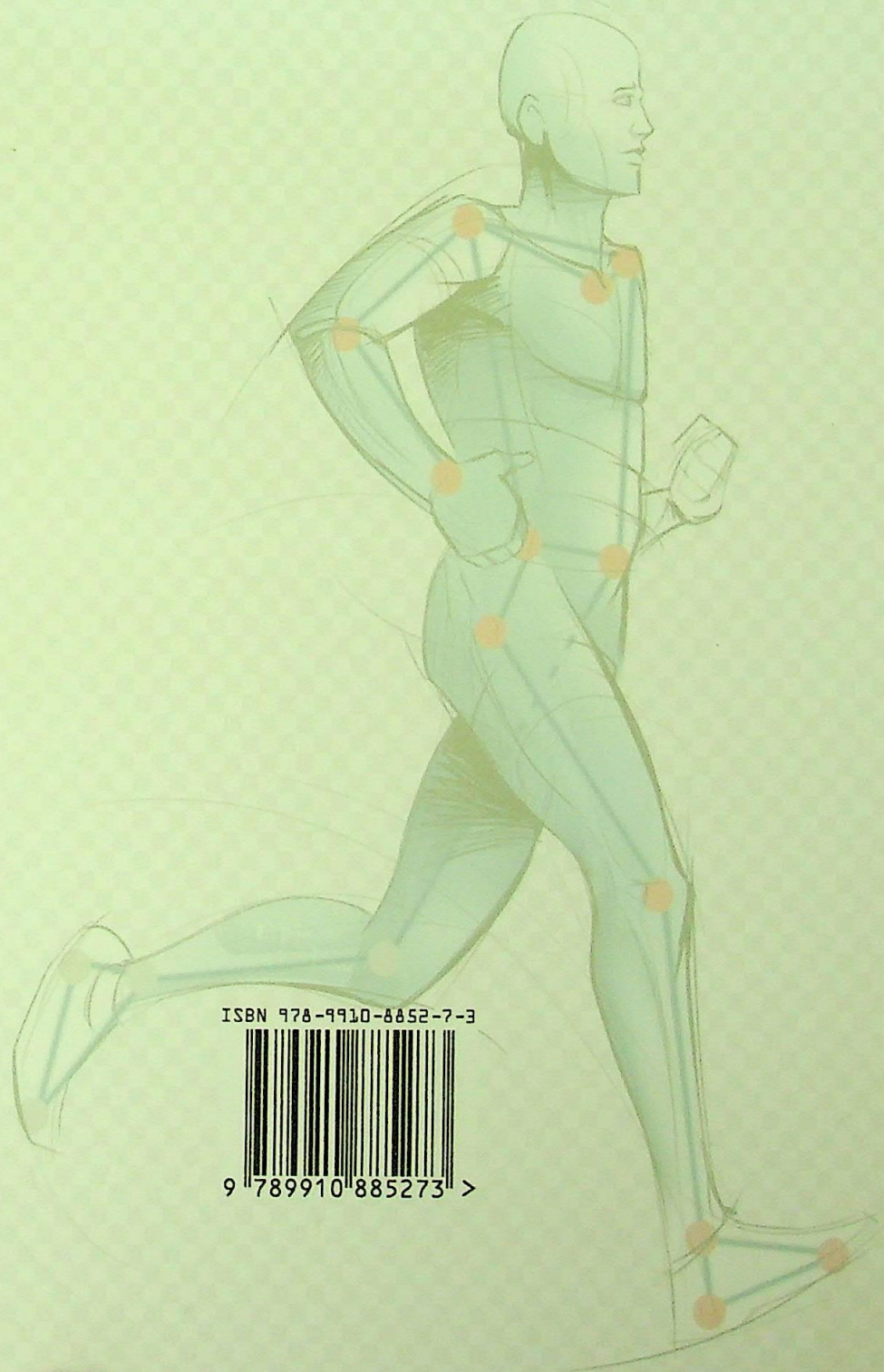
Akbarov A., Musayev B.B., Yusupova Z.X., Cho'lliyev S.I.

**SPORT BIOMEXANIKASI AMALIY
MASHG'ULOTLAR**

O'QUV QO'LLANMA

*Muharrir: Erhanova N.A
Musaxxix: Ro'ziyeva Z
Kompyuterda sahifalovchi: B. Muxtorov*

shr. List. AA № 1006-9260-a51a-410a-4237-1355-6372
Bosishga ruxsat etildi: 27.09.2024-yil.
Bichimi 60x84 1/16. Ofset qog'ozi.
"Times New Roman" garniturası.
Shartli b/t 10,5. Nashr hisob t 10.8
Adadi 50 dona. 11-buyurtma
«EVRIKA NASHRIYOT-MATBAA UYI» MChJ. nashriyotida tayyorlandi.
Toshkent shahri, Mirobod tumani, Qo'yliq-4, 3-uy,
«DAVR MATBUOT SAVDO» bosmaxonasida chop etildi.
100198, Toshkent, Qoyliq 4 mavze, 46



ISBN 978-9910-8852-7-3



9 789910 885273 >