

KO'P QAVATLI BINO VA INSHOOTLARDA SEYSMIK YUKLARNI ANIQLASH

Usmanov Temurmaliq Yaxyoxon o'g'li

(NamMQI)

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada, poydevor va uning atrofidagi tuproq o'rtasidagi o'zaro ta'sirning chiziqli qonuni bilan strukturada yuzaga keladigan siljishlar va kuch omillari sezilarli darajada o'zgarishi mumkin va ko'rib chiqilgan hollarda bu qiymatlarning pasayishi kuzatiladi.

Ko'p qavatli binolar va inshootlarda seysmik yuklarni aniqlash uchun SNiP me'yorlarida qabul qilingan hisoblash usuli seysmik tezlashuvlarning spektral egri chizig'idan foydalanishga asoslangan (10.11-29-30.33.57). Spektral egri chiziqlardan foydalanish g'oyasi shundan iboratki, vaqt funksiyasi strukturaning seysmik tebranishlari jarayonini tavsiflash o'rniga, uni tashkil etuvchi individual shakllarga ko'ra turli omillarning (tezlanishlar, tezliklar, siljishlar) maksimal qiymatlarini belgilaydi.

Tizimga qo'llaniladigan usulni ko'rib chiqamiz  $N + 1$  chiziqli mos keladigan asosga ega bo'lgan ko'p qavatli binolar va inshootlarning vertikal (kesish) tebranishlarini shartli ravishda sxematikashtiradigan erkinlik darajalari:

Qiyalik tenglamalari quyidagicha bo'ladi:  $R = k_0 v_0 \varpi(v_0) = 0$ .

Biz chiziqli differensial tenglamalar tizimini olamiz, ularning yechimi nol boshlang'ich shartlar bilan ifodalanishi mumkin. Bu ko'rinishda:

$$v_j = - \sum_{i=0}^N x_y \frac{D_1}{P_1} \int_0^1 u_0(\tau) \sin \rho_1(t - \tau) d\tau, j = 0, \bar{N} \tag{1}$$

Bu yerda:

$x_{1j}$  - bir jinsli tenglamalar sistemalarini qanoatlantiruvchi amplituda koeffitsientlari:

$$- p_1^2 M_j x_{1j} + (k_j + k_{j+1}) x_{1j} - k_j x_{1i-1} - k_{j+1} x_{1i+1} = 0$$

$$x_{i-1} = x_{N+1} = 0 \tag{2}$$

$$(P) = \begin{vmatrix} k_0 + k_1 - p^2 M_0 & \dots & k_1 & \dots & \dots & 0 \\ k_1 + k_2 - p^2 M_1 & - k_2 & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & 0 & \dots & 0 & - k_N - p^2 M_N \end{vmatrix} = 0 \tag{3}$$

$$D = \frac{\sum_{y=0}^N M_x x_i}{\sum_{y=0}^N M_y x_1^2} \quad (4)$$

Normalar bo'yicha i-shakliga mos keladigan k - qavat uchun seysmik kuchning asosiy hisoblash formulasi:

$$S_{ik} = k_c Q_k \beta_1^0 \cdot \eta_{ik} \quad (5)$$

$$k \beta_1^0 = k_c \max_t |\beta_1(t)| = \left| \frac{2\pi}{g \cdot T_1} \int_0^1 u_0(\tau) \sin \frac{2\pi}{T_1} (t - \tau) d\tau \right|$$

$$\eta_{ik} = D_i x_{ik}, T_i = \frac{2\pi}{p_i} \quad (6)$$

Odatda  $\beta_1^0$  – i-normal komponentning dinamik koeffitsienti deyiladi va hisoblangan spektral egri chiziqdan aniqlanadi:

$$E_1^{(1)}(\mu_0, T_t, T_1^0) = \frac{\beta_1^0(T_t, \mu_0)}{\beta_1^0(T_1)} \quad (7)$$

$$E_1^{(1)}(\mu_0) = \frac{\eta_{ik}(\mu_0)}{\eta_{ik}},$$

$$\mu_0 = \frac{k_1}{k_0} \quad (8)$$

Qattiq binolarning vertikal (kesish) tebranishlari asosan poydevorning muvofiqligi tufayli yuzaga keladi: bunday tebranishlarning davrlari juda kichik, shuning uchun SNiPa me'yorlariga ko'ra, biz buni taxmin qilishimiz mumkin.

$$\beta_1^0 = \beta_1^0 = 3; \varepsilon_1^{(1)} = 1 \quad (9)$$

Keyin bazaning chiziqli muvofiqligini hisobga olgan holda seysmik inersiya kuchlari uchun asosiy hisoblash formulasi quyidagi shaklni oladi.

$$S_{ik} = 3k_c Q_k^e, \quad i = 1, N, j = 1, \overline{N}, \overline{N_0} \quad (10)$$

Formulalar asosga ega bo'lgan holatlar uchun mos keladigan omillar bo'yicha farqlanadi. Ushbu koeffitsientlar poydevorning qattiqligi va poydevor massasining pol uchun tebranish shaklining kattaligiga ta'sir qilish darajasini tavsiflaydi.

Qiymatlarning poydevor va poydevorning massasiga muvofiqligiga miqdoriy bog'liqligi tajribalar yordamida yoki nazariy hisob-kitoblar asosida qurilishi mumkin. Nazariy hisob-kitoblar tuproq bazasi va poydevorning massasiga, shuningdek,

strukturaning parametrlariga muvofiqqligiga qarab koeffitsientlarning umumiy xatti-harakatlarini ochib berishi kerak. Umumiy holatda tebranish rejimlarini tuzatish omillarining raqamli qiymatlarini hisoblash quyidagi hollarda amalga oshirilishi kerak.

$$k_1 = k_2 = k_3 = \dots k_N = k, M_0 = M_1 = M_2 = \dots M_N = m, \\ F_1 = F_2 = \dots F_N + F_1, h_1 = h_2 = \dots h_N = h_i, \rho_1 = \rho_2 = \dots \rho_N = \rho \quad (11)$$

$$\alpha \mu_0 v_0 + v_0 + \mu_0 v_0 - \mu_0 v_1 = -\alpha \mu_0 u_0 \\ \alpha v_0 + 2v_1 - v_0 - v_2 = -\alpha u_0 \dots \dots \dots \\ \alpha v_1 + 2v_j - v_{j-1} - v_{j+1} = -\alpha \mu_0 \dots \dots \dots \\ \alpha v_N + v_N - v_{N-1} = \alpha u_0 \quad (12)$$

$$a = \frac{M}{\rho F h}, \mu_0 = \frac{k}{k_0}, v_j = \frac{v}{h}, \mu_0 = \frac{\mu}{h}, t = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \cdot \frac{t}{h} \quad (13)$$

Binoning ko'taruvchi qismining materialida Young (kesish) ning elektron moduli. Tenglamalardagi türevler o'zgaruvchiga nisbatan olinadi. Sistema uchun bir jinsli tenglamalar yechimini shaklda ifodalaylik

$$v_f = x_j \cdot \cos x\tau \quad (14)$$

$$(-x^2 a \cdot \mu_0 + \mu_0 + 1)x_0 - \mu_0 x_1 = 0 \quad (15)$$

$$(-ax^2 + 2) \cdot x_f - x_{f-1} - x_{f+1} = 0, j = 1, N - 1 \quad (16)$$

$$(-ax^2 + 1)x_N - x_{N-1} = 0 \quad (17)$$

$$x_f = C_1 \cos(j-1)\gamma + C_2 \sin(i-1)\gamma, j = 1, N - 1 \gamma = \arccos \frac{2 - ax^2}{2} \quad (18)$$

$$[(-ax^2 + 2)(-x^2 a \mu_0 + \mu_0 + 1) - \mu_0] \cdot x_1 - (x^2 \mu_0 a + \mu_0 + 1) \cdot x_2 = 0 \quad (19)$$

$$[(-ax^2 + 2)(-ax^2 + 1) - 1]x_{N-1} - (-ax^2 + 1)x_{N-2} = 0 \quad (20)$$

$$[(-ax^2 + 2)(x^2 a \mu_0 + \mu_0 + 1) - \mu_0 - (x^2 \mu_0 a + \mu_0 + 1) \cos \gamma]C_1 - \\ - (-x^2 a \mu_0 + \mu_0 + 1) \sin \gamma C_2 = 0 \\ \left\{ [(-ax^2 + 2)(-ax^2 + 1) - 1] \cos(N-2)\gamma - (-ax^2 + 1) \times \cos(N-3)\gamma C_1 + [(-ax^2 + 1) - 1] \sin(N-2)\gamma - \right. \\ \left. [(-ax^2 + 1) \sin(N-3)\gamma C_2 = 0 \right\} \quad (21)$$

$$\frac{1k(V-2)\gamma}{\sin \gamma} = \frac{8\mu_0 \lambda^3 - 4\lambda^2(-1+2a_0) - 2\lambda(\mu_0+1) + 2\mu_0 - 1}{8\mu_0 \lambda^4 - 4\lambda^3(-1+2\mu_0) + 2\lambda^2(-1-3\mu_0) - 3\lambda(1-2\mu_0+1)} \quad (22)$$

$$\lambda = \frac{2 - ax^2}{2}; N \geq 2 \quad (23)$$

$$\begin{aligned}
 x_{i0} &= \frac{\mu_0}{2\lambda_i\mu_0 + 1 - \mu_0} \\
 x_{ij} &= \cos(j-1) \cdot \gamma_i + \frac{2\mu_0\lambda_i^2 + (1-\mu_0)\lambda_i - \mu_0}{(2\mu_0\lambda_i - 1 - \mu_0)\sin \gamma_i} \sin(\gamma-1)\gamma \\
 \lambda &= 1, N-1 \\
 x_{iN} &= \frac{x_{iN-1}}{2k_{i-1}}
 \end{aligned} \tag{24}$$

Keyin rejim shakllarining koeffitsientlari quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\begin{aligned}
 \eta_{ik} &= 4x_{ij} \cos \frac{\gamma_1}{2} \cdot \frac{\sin \frac{\gamma_1}{2}(x_{i0} + 1 + x_{iN}) + G_{0i}}{2 \sin \gamma_1(x_{i0}^2 + 1 + x_{iN}^2) + z_{0i}} \\
 G_{0i} &= \sin \frac{\gamma_1}{2} + \cos \frac{N-2}{2} \cdot \gamma_1 \sin \frac{n-3}{2} \gamma_1 + B_{i2} \sin \frac{N-2}{2} \times \gamma_1 \sin \frac{N-3}{2} \gamma_1 \\
 Z_{0i} &= (1 + B_{i2}^2)(N-3) \sin \gamma_1 + (1 - B_{i2}^2) \cos(N-2) \times \gamma_1 \sin(N-3) \gamma_1 + 2B_{i2} \sin(N-3) \gamma_1 \sin(N-2) \cdot \gamma_1 \\
 B_{i2} &= \frac{2\mu_0\lambda_i^2 + (1-\mu_0)\lambda - \mu_0}{(2\mu_0\lambda_i + 1 - \mu_0)\sin \gamma_1}
 \end{aligned} \tag{25}$$

Qattiq tayanch bo'lsa ( $\mu_0 = 0$ )

$$\begin{aligned}
 \frac{\operatorname{tg}(N-2) \cdot \gamma^2}{\sin \gamma^2} &= \frac{4\lambda^2 - 2\gamma - 1}{4\lambda^3 - 2\lambda^2 - 3\lambda + 1}; \\
 \cos \gamma &= \lambda_1; \lambda_i = \frac{2 - ax_i^2}{1} \\
 \eta_{ik} &= 4x_{ij} \cos \frac{\gamma_1}{2} \cdot \frac{\sin \frac{\gamma_1}{2}(1 + x_{iN}) + G_{0i}}{2 \sin \gamma_1(1 + x_{iN}) + Z_{0i}} \\
 G_{0i} &= \sin \frac{\gamma_1}{2} + \cos \frac{N-2}{2} \cdot \gamma_1 \sin \frac{N-3}{2} \cdot \gamma_1 + B_{i2} \sin \frac{N-2}{2} \cdot \sin \frac{N-3}{2} \cdot \gamma_1 \\
 Z_{0i} &= (1 + B_{i2}^2)(N-3) \sin \gamma_1 + (1 - B_{i2}^2) \cos(N-2) \cdot \gamma_1 \times \sin(N-3) \gamma_1 \sin(N-2) \gamma_1 \\
 B_{i2}^2 &= \frac{\lambda_1}{\sin \gamma_1}
 \end{aligned} \tag{26}$$

Ko'rib chiqilayotgan holat, pollar poydevorining massalari va strukturaning ko'taruvchi qismi balandligi bo'ylab bir tekis taqsimlanganda haqiqiy hisoblanadi.

$$\begin{aligned}
 \overline{a_0 \mu_0 v_0} + \overline{\mu_0 v_0} - \overline{\mu_0 v_1} &= -\overline{a_0 \mu_0 u_0} \\
 \overline{a_1 v_1} + (1 + \eta) \overline{v_1 - v_0} - \overline{\eta v_1} &= -\overline{a_1 u_0} \\
 \overline{a \cdot v_j} + 2\eta \overline{v_1} - \overline{\eta(v_{j-1} + v_{j-1})} &= -\overline{a u_0} \quad j = 2, N-1. \\
 \dots\dots\dots \\
 \overline{a v_f} + 2\eta(\overline{v_f} - \overline{\eta(v_N + v_{N-2})}) &= -\overline{a u_0} \\
 \overline{a_B v_N} + \overline{\eta v_N} - \overline{\eta v_{N-1}} &= -\overline{a_N u_0}
 \end{aligned} \tag{27}$$

$$(x^2 a_0 \mu_0 + \mu_0 + 1)x_0 - \mu_0 x_1 = 0 \tag{28}$$

$$(-\bar{a}_1 x^2 + \eta + 1)x_1 - x_0 - \eta x_2 = 0 \tag{29}$$

$$(-\bar{a} \cdot x^2 + 2\eta)x_1 - \mu(x_{t-1} + x_{j+1}) = 0, j = 2, N - 1$$

$$(\bar{a}_N x^2 + \eta)x_N - \eta x_{N-1} = 0 \tag{30}$$

$$x_f = C_1 \cos(j - 2)\gamma + C_2 \sin(j - 2)\tau, \overline{N - 1} \tag{31}$$

$$\gamma = \arccos \frac{2h - ax_1^2}{2\eta} \tag{32}$$

$X_0, X_1$  va  $X$  va  $N$  dan balandlikni chiqarib tashlagach,  $C_1$  va  $C_2$  konstantalari uchun bir jinsli tenglamalar olamiz. Ushbu sistemaning determinantini nolga tenglashtirib, kattaliklarni aniqlash uchun maxsus tenglamani olishimiz mumkin.

$$\frac{\operatorname{tg}(N - 3)\gamma}{\sin \gamma} = \frac{A_1 \lambda^4 + B_1 \lambda^3 + C_1 \lambda^3 + C_1 \lambda + E_1}{A_0 \lambda^5 + A_2 \lambda^4 + B_2 \lambda^3 + C_2 \lambda^2 + D_2 \lambda + E_2} \tag{33}$$

$$\lambda = \frac{2\eta - ax^2}{2\eta}$$

$$A_1 = 16\bar{a}_0 \bar{a}_1 \bar{a}_N \mu_0 \eta^4$$

$$B_1 = 8(\bar{a}_0 \bar{a}_1 \mu_0 \lambda^3 a + \bar{a}_1 \bar{a}_N \eta^3 c + \bar{a}_0 \bar{a}_N \mu_0 \eta^3 d).$$

$$C_1 = 4(\bar{a}_1 \eta^2 ac + \bar{a}_0 \eta^3 cd - a^2 \bar{a}_N \beta \eta^2 - \bar{a} \bar{a}_0 \beta_0 \eta^4 \mu_0).$$

$$D_1 = 2(\eta acd - 2\bar{a}^2 \eta \mu_0 a - \bar{a} \bar{a}_1 \eta^3 c - \bar{a}_0 \mu_0 \eta^3 d - \bar{a}_0 \bar{a} \mu_0 \eta^2 b - \bar{a}_N a \eta c)$$

$$E_1 = -\bar{a} \eta^2 cd + \bar{a}^3 \eta^2 \mu_0 - \bar{a} \eta cb.$$

$$A_0 = A_1, A_2 = B$$

$$B_2 = C_1 - 8\bar{a}_0 \bar{a}_1 \bar{a}_N \mu_0 \eta^4$$

(34)

$$x_{i0} = \frac{\mu_0}{1 + \mu_0 - a_0 \mu_0 x_1^2} x_{i1} = 1$$

(35)

$$x_{i1} = \frac{1 + \eta - \bar{a}_1 x_1^2 - x_{i0}}{\eta}$$

$$x_{i1} = \frac{\operatorname{tg}(N - 2)\tau}{\sin \gamma} = \frac{Q_{N-3}(\lambda)}{P_{N-2}(\lambda)} = \frac{A_1 \lambda^4 + B_1 \lambda^3 + C_1 \lambda^2 + D_1 + E_1}{A_0 \lambda^5 + A_2 \lambda^4 + B_2 \lambda^3 + C_2 \lambda^2 + D_2 \lambda + E_2} \tag{36}$$

Где  $Q_{N-3}(\lambda), uP_{N-2}(\lambda)$  – полины:

$$Q_{N-3}(\lambda) = (N - 2)\lambda^{N-3} - C^3_{N-2}(1 - \lambda^2)\lambda^{N-5} + C^5_{N-2}(1 - \lambda)^2 \lambda^{N-3} + \dots$$

$$P_{N-2}(\lambda) = \lambda^{N-2} - c^2_{N-2}(1 - \lambda^2)\lambda^{N-4} + C^2_{N-2}(1 - \lambda^2)\lambda^{N-6} + \dots \tag{37}$$

$$x_{i2} = \frac{a\mu_0}{a(1 + \mu_0) - 2\eta a_0(1 - \lambda)}, x_{i1} = 1$$

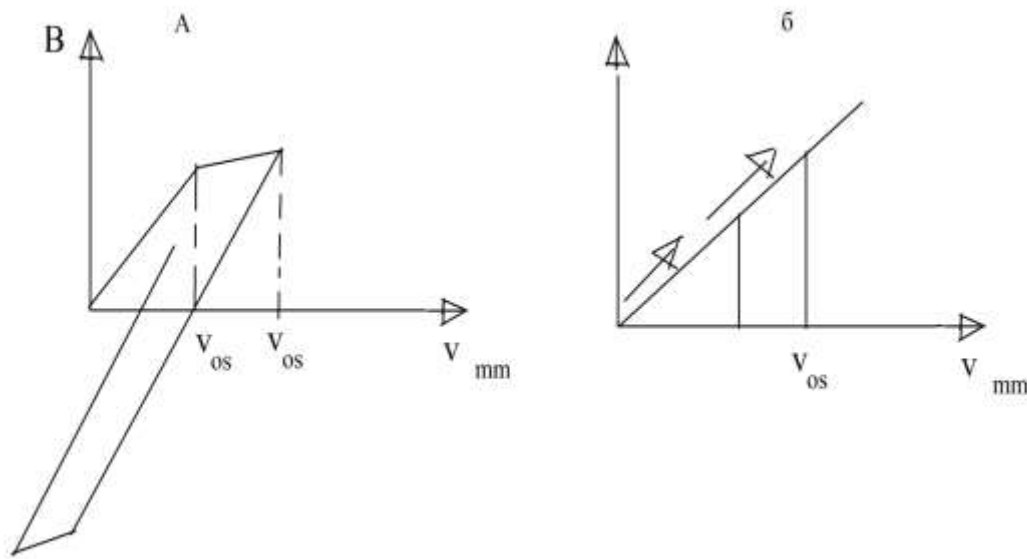
$$x_{12} = x_{i2}P_{j-2}(\lambda_1) + (\lambda_1) + (\lambda_1 u_{u2} - 1)Q_{j-3}(\lambda), j = 3, \overline{N-3}$$

$$x_{iN} = \frac{\eta a}{a\eta - 2\eta a_N(1 - \lambda)} [x_{i2}P_{N-3}(\lambda_1 x_{i2} - 1) \times Q_{N-1}(\lambda_1)], N \geq 4 \quad (38)$$

$$\bar{G}_1 = \frac{1}{2(1 - \lambda_1)} \left\{ (1 - \lambda_1)x_{i2} [1 + (1 + \lambda_1)Q_{N-3}(\lambda_1) - P_{N-2}(\lambda_1)] + (\lambda_1 x_{i2} - 1) [1 - P_{N-2}(\lambda_1) - (1 - \lambda_1)Q_{N-3}(\lambda)] \right\}$$

$$\bar{Z} = \frac{1}{1 - \lambda_1^2} \left\{ (x_{i2}^2 - 2\lambda_{12} + 1)(N - 3) + (x_{i2}^2 + 2\lambda_1 x_{i2} + 1)P_{N-2}(\lambda_1) + \right. \\ \left. Q_{N-4}(\lambda_1) + 2(1 - \lambda_1^2) \times x_{i2}(\lambda_1 A_{12} - 1)Q_{N-4}(\lambda_1)Q_{N-3}(\lambda_1) \right\} \quad (39)$$

Seysmodinamika nazariyasi nuqtai nazaridan, pollarning massalari to'plangan nuqtalarda paydo bo'ladigan seysmik kuchlarni aniqlash qiziqish uyg'otadi. Agar biz o'zaro ta'sirning ikki chiziqli qonunidan foydalansak, unda boshlang'ich sharoitlari nolga teng bo'lgan tizimlarni birlashtirgandan so'ng, biz poydevor va pol massalarining siljishi uchun quyidagi iboralarni olamiz:



**1-rasm. Tuproq massasining reaksiyasini ikki chiziqli qonun (a) va teskari cho'kmasiz poydevor ostidagi tuproq massasi modeli (b) bo'yicha o'zgaririshi.**

$$v_k = - \sum_{i=0}^N \frac{D_i x_{ik}}{P_i} \int_0^1 u_0(\tau) \sin \beta_1(t - \tau) dz, 0 < t \leq \pi t_s \quad (40)$$

$$v_k = \sum_{i=0}^N \frac{D_i x_{ik}}{P_i} \left[ a_1 \cos P_1(t - t_s) + b_1 \sin P_1(t - t_1) - \sum_{i=0}^N x_{ik} \frac{D_i}{P_i} \int_{t_s}^t \left[ u_0(t) + \frac{(k_0 - k_0)}{M_0} \cdot v_{oc} \right] \sin P_i(t - \tau) dz \right] \quad (41)$$

$$v_k = \sum_{i=0}^t x_{ik} \frac{D_i}{P_i} \int_{t_p}^t \left[ u_0(\tau) - \frac{(k_0 - k_0)(v_{op} - v_{os})}{M_0} \right] \sin \rho_1(t - t_p) d\tau \quad (42)$$

$$\sum_{i=0}^N \frac{D_i}{P_i} x_{ik} a_i = v_{ks} \tag{43}$$

$$\sum_{i=0}^N D_i x_{ik} b_i = v_{ks}, k = 0, \dots, N \tag{44}$$

Bu yerda tushirish boshlanishidagi poydevor va pol massalarining siljishlari va tezligi tenglamalardan aniqlanadi.

$$\left. \frac{dv_0}{dt} \right|_{t=ts} = v_{0s}, \left. \frac{dv_0}{dt} \right|_{t=0} = 0 \tag{45}$$

formular strukturasi va o'zaro ta'siri, shuningdek, tuproq harakatining ma'lum parametrlari bo'yicha ko'p qavatli binolar va inshootlarning seysmik ta'siri bo'yicha hisob-kitoblarni amalga oshirish imkonini beradi. K-qavatdagi inersiya kuchlari formulalar bilan aniqlanadi.

$$\begin{aligned} S^{ypr} &= k_c Q_k \beta_1^{(upr)}(t) \eta_{ik}, 0 \leq t \leq t_s \\ S_{ik}^{paz} &= k_c Q_k \beta_1^{il}(t) \eta_{ik}, t_s \leq t \leq t_p \\ S_{ik}^{paz} &= k_c Q_k \beta_1^{paz}(t) \eta_{ik}, t_{ik} \geq t_p \end{aligned} \tag{46}$$

Endi quyidagi miqdorlar ma'lum bo'lsin:

$$\beta_1^{pl}(t) = -\frac{2\pi}{gT_i} \left[ a_1 \cos p_i(t-t_s) + b_1 \sin p_i(t-t_s) - \int_{t_s}^t \left[ u_0(\tau) + \frac{k_0 - k_0}{M_0} v_{os} \right] \sin p_i(t-\tau) dz \right] \tag{47}$$

$$\begin{aligned} \max_1 |\beta_t^{paz}(t)| &= \beta_{im}^{ypr} = \left| \frac{2\pi}{gT_1} \int_0^t u_0(t) \sin p_t(t-\tau) dt \right| \\ \max_1 |\beta_1^{paz}(t)| &= \beta_1^{paz} = \left| \frac{2\pi}{gT_1} \int_0^p u_0(\xi + t_p) \times \sin p_t(t-t_0 - \zeta) d\xi \right| \\ \max_1 |\beta_1^{paz}(t)| &= \beta_1^{paz} = \left| \frac{2\pi}{gT_1} \int_0^p u_0(\xi + t_p) \times \sin p_t(t-t_0 - \zeta) d\xi \right| \end{aligned} \tag{48}$$

Bunday holda, o'lchamsiz miqdorlar qabul qilinadi.

$$\begin{aligned} S^{ypr} &= k_c Q_k \beta_1^{(upr)}(t) \eta_{ik}, 0 \leq t \leq t_s \\ S_{ik}^{paz} &= k_c Q_k \left[ \beta_{tm}^{ul} + g_{st}^2(t) \right] \eta_{ik}, t_s \leq t \leq t_p \\ S_{ik}^{paz} &= k_c Q_k \left[ \beta_{tm}^{ul} + g_{st}^2(t) \right] \eta_{ik}, t_s \phi t_p \end{aligned} \tag{49}$$

$$S_{ik} = K_c Q_k (\beta_{tm}^{paz} + q_{pt}) \eta_{ik}, i = \overline{1, N}, t \phi t_p \tag{50}$$

$$\beta_{im}^{nagp} = \max_t \left| \frac{2\pi}{gT_i} \int_0^t u_0(\tau) \sin p_i(t-\tau) d\tau \right|$$

$$\beta_{im}^{nagp} = \max_t \left| \frac{2\pi}{gT_i} \int_0^t u_0(\tau) \sin p_i(t-\tau) d\tau \right|$$

$$q_{pt} = -\frac{2\pi}{gT_i} \left\{ C_1 \cos p_i(t-t_p) + b_1 \sin p_i(t+t_p) + \frac{k_1 v_{00}}{M_1 P_1} [1 - \cos p_i(t-t_p)] \right\} \quad (51)$$

Nuqtali chiziqlar poydevor va poydevor o'rtasidagi o'zaro ta'sirning elastik qonuniga mos keladigan yechimlarni ko'rsatadi. Poydevorning siljishi chiziqli qonun bo'yicha poydevorning yuk ostidagi reaksiyasiga bog'liq va tushirish vaqtida uning qiymati doimiy bo'lib qoladi.

Poydevorning reaksiyasi ikki chiziqli qonun bo'yicha poydevorning yuk ostida siljishiga bog'liq bo'lgan holatda kuzatuvning o'xshash surati. Taqqoslash uchun, ikki chiziqli qonun bo'yicha poydevorning tuproq bilan o'zaro ta'siri holati uchun hisob-kitoblar natijalari ko'rsatilgan. Strukturaga o'zgaruvchan qonunning impulsi ta'sir qilish holati ko'rsatilgan.

Ushbu hisob-kitoblardan ko'rinib turibdiki, poydevor va uning atrofidagi tuproq o'rtasidagi o'zaro ta'sirning chiziqli qonuni bilan strukturada yuzaga keladigan siljishlar va kuch omillari sezilarli darajada o'zgarishi mumkin va ko'rib chiqilgan hollarda bu qiymatlarning pasayishi kuzatiladi. Bu naqsh, ayniqsa, poydevor o'zgarib turadigan, qaytarilmas yog'ingarchilik bilan birga bo'lganda aniq bo'ladi. Impuls ta'sirida ba'zilar uchun siljish poydevori harakatsiz qoladi. Shu bilan birga, strukturalarning barcha qavatlar va orqa tomonidagi poydevorning joylashishiga teng miqdorda siljigan yangi muvozanat holatiga yaqin garmoniklarga yaqin tebranishlarni amalga oshiradi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Чўлпонов О., Каюмов Д., Усманов Т. Марказдан қочма икки томонлама “Д” турдаги насосларни абразив емирилиши ва уларни камайтириш усули //Science and Education. – 2022. – Т. 3. – №. 4. – С. 304-311.
2. Хамдамова М. МЕТАЛЛУРГИЯ САНОАТИ ЧИКИНДИЛАРИДАН ҚАЙТА ФЙДАЛАНИШ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 141-146.
3. Тўхтабаев А. А., Адашева С. А., Жўрабоев М. М. ТО‘Г‘ОН-PLASTINA TENGLAMASINI YOPIHQOQ ELASTIK XUSUSIYATLARI, GIDRODINAMIK SUV BOSIMI VA SEYSMIK KUCHLARNI HISOBGA OLGAN HOLDA HISOBLASH //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 37-48.
4. Рахимов А. М., Турғунпўлатов М. М. ХАЛҚАСИМОН ТЕМИР-БЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРНИ ТАЙЁРЛАШДА ЮЗАГА КЕЛАДИГАН НУҚСОНЛАР //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 49-54.



5. Рахимов А. М. и др. МЕТОДЫ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ БЕТОНА //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 55-60.
6. Raximov, A. M., Alimov, X. L., To'xtaboev, A. A., Mamadov, B. A., & Mo'minov, K. K. (2021). Heat And Humidity Treatment Of Concrete In Hot Climates. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 24(1), 312-319.
7. Ikramov, N., Majidov, T., Mamajonov, M., & Chulponov, O. (2021). Hydro-abrasive wear reduction of irrigation pumping units. In E3S Web of Conferences (Vol. 264, p. 03019). EDP Sciences.
8. Juraevich, Razzakov Sobirjon, Chulponov Olimjon Gofurjonovich, and Mavlonov Ravshanbek Abdujabborovich. "Stretching curved wooden frame-type elements "Sinch". " European science review 1-2 (2017): 223-225.
9. Хахимов Ш. А., Чулпонов О. Г. Опыт использования солнечной энергии при изготовлении бетонных изделий на открытых площадках //Научный электронный журнал «Матрица научного познания». – С. 93.
10. Muminov, K. K., Cholponov, O., Mamadov, B. A., oglu Bakhtiyor, M., & Akramova, D. Physical Processes as a Result of Concrete Concrete in Dry-hot Climate Conditions. *International Journal of Human Computing Studies*, 3(2), 1-6.
11. Холбоев З. Х., Мавлонов Р. А. Исследование напряженно-деформированного состояния резаксайской плотины с учетом физически нелинейных свойств грунтов //Science Time. – 2017. – №. 3 (39). – С. 464-468.
12. В Mamadov, K Muminov, O Cholponov, R Nazarov, A Egamberdiev. Reduction of Destructive Processes in Concrete Concrete Processing in Dry-hot Climate Conditions *International Journal on Integrated Education* 3 (12), 430-435
13. БШ Ризаев, О Чўлпонов, Ж Махмудов .ISSN .Прочностные и Деформативные Свойство Тяжелого Бетона В Условиях Сухого Жаркого Климата.
14. Raximov, A. M., Alimov, X. L., To'xtaboev, A. A., Mamadov, B. A., & Mo'minov, K. K. (2021). Heat And Humidity Treatment Of Concrete In Hot Climates. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 24(1), 312-319.
15. Komilova, K., Zhuvonov, Q., Tukhtabaev, A., & Ruzmetov, K. (2022). *Numerical Modeling of Viscoelastic Pipelines Vibrations Considering External Forces* (No. 8710). EasyChair.
16. Ahmedjon, T., & Pakhritdin, A. (2021). Stress-strain state of a dam-plate with variable stiffness, taking into account the viscoelastic properties of the material. *Asian Journal of Multidimensional Research (AJMR)*, 10(3), 36-43.
17. Negmatov, M. K., & Adashevich, T. A. Water purification of artificial swimming pools. *Novateur Publication India's International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology [IJIERT] ISSN: 2394-3696, Website: www. ijiert.org, 15th June, 2020]. Pp 98, 103.*

13. Abdujabborovna, B. R., Adashevich, T. A., & Ikromiddinovich, S. K. (2019). Development of food orientation of agricultural production. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 9(3), 42-45.
14. Tukhtaboev, A. A., Turaev, F., Khudayarov, B. A., Esanov, E., & Ruzmetov, K. (2020). Vibrations of a viscoelastic dam-plate of a hydro-technical structure under seismic load. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (pp. 012051-012051).
15. Khudayarov, B. A., Turaev, F. Z., Ruzmetov, K., & Tukhtaboev, A. A. (2021). Numerical modeling of the flutter problem of viscoelastic elongated plate. In *AIP Conference Proceedings* (pp. 50005-50005).
16. Tukhtaboev, A., Leonov, S., Turaev, F., & Ruzmetov, K. (2021). Vibrations of dam-plate of a hydro-technical structure under seismic load. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 264, p. 05057). EDP Sciences.
17. Адашева, С. А., & Тухтабаев, А. А. (2022). Моделирование задачи о вынужденных колебаниях плотины-пластинки с постоянной и переменной жесткостью с учетом вязкоупругих свойств материала и гидродинамических давлений воды. *Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science*, 3(10), 234-239.
18. Тўхтабаев, А. А., Адашева, С. А., & Жўрабоев, М. М. (2022). То‘г‘on-plastina tenglamasini yopishqoq elastik xususiyatlari, gidrodinamik suv bosimi va seysmik kuchlarni hisobga olgan holda hisoblash. *PEDAGOG*, 1(3), 37-48.
19. Эгамбердиев А. О. МУСТАҚИЛ ИШЛАРНИ ТАЛАБАЛАРГА ИННОВАЦИОН ЁНДАШУВ АСОСИДА ТАЙЁРЛАШНИ ЎРГАТИШ //PEDAGOGS jurnali. – 2022. – Т. 12. – №. 3. – С. 30-33.
20. Ходжиев Н. Р., Назаров Р. У. БЕТОН ВА АСФАЛЬТ-БЕТОН МАТЕРИАЛЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИБ ЙЎЛ ВА ЙЎЛАКЛАР ҲАМДА КИЧИК МАЙДОНЛАР ҚУРИШДА ЙЎЛ ҚЎЙИЛАЁТГАН КАМЧИЛИКЛАР //SO ‘NGI ILMIY TADQIQOTLAR NAZARIYASI. – 2022. – Т. 1. – №. 4. – С. 88-92.
21. Назаров Р. У., Эгамбердиев И. Х., Исмоилов Р. С. ИННОВАЦИОН ПЕДАГОГИК ТЕХНОЛОГИЯЛАРНИ ҚЎЛЛАШ ОРҚАЛИ ҚУРИЛИШ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИ ЛОЙИҲАЛАШДА КОМПЬЮТЕР ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ //Scientific Impulse. – 2022. – Т. 1. – №. 2. – С. 399-402.
22. Холбоев З. Х., Мавлонов Р. А. Исследование напряженно-деформированного состояния резаксайской плотины с учетом физически нелинейных свойств грунтов //Science Time. – 2017. – №. 3 (39). – С. 464-468.
23. Khodievich K. Z. Environmental Problems In The Development Of The Master Plan Of Settlements (In The Case Of The City Of Pop, Namangan Region Of The Republic Of Uzbekistan) //Global Scientific Review. – 2022. – Т. 8. – С. 67-74.
24. Холбоев З. Х. Аҳоли Пунктларини Бош Режасини Ишлаб Чиқишдаги Экологик Муаммолар //Gospodarka i Innowacje. – 2022. – Т. 28. – С. 142-149.

25. Алимов Х. Л. ПОЙДЕВОР ОСТИ АСОС ЧЎКИШ ЖАРАЁНЛАРИНИНГ НАЗАРИЙ ТАДҚИҚИ ВА УЛАРИНИНГ БИНО ВА ИНШООТЛАР СЕЙСМИК ҲОЛАТИГА ТАЪСИРИНИ БАҲОЛАШ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 220-228.

26. Abdurakhmonovich H. S. USE OF SOLAR ENERGY IN HARDENING OF CONCRETE //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 201-208.

27. Назаров Р. У. и др. ЗАМИНГА ЎРНАТИЛГАН МЕТАЛЛ УСТУНЛАРНИНГ ОСТКИ ҚИСМИНИ ГРУНТ ТАЪСИРИДАН ҲИМОЯ ҚИЛИШ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 186-193.

28. Abdujabborovich M. R. QURILISH KONSTRUKSIYALARI FANINI O'QITISHDA TALABALARNING KASBIY KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 178-185.

29. Alisherovich M. B. et al. YOQILG'II SANOATI CHIQUINDILARIDAN QURILISH MATERIALLARINI ISHLAB CHIQUARISHDA FOYDALANISH //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 85-91.

30. Martazayev A., Muminov K., Mirzamakhmudov A. BAZALT, SHISHA VA ARALASH TOLALARNING BETONNING MEХANIK XUSUSIYATLARIGA TA'SIRI //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 76-84.

31. Эгамбердиев А. О. МУСТАҚИЛ ИШЛАРНИ ТАЛАБАЛАРГА ИННОВАЦИОН ТЕХНОЛОГИЯЛАР АСОСИДА ТАЙЁРЛАШНИ ЎРГАТИШ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 61-67.

32. Khayitmirzayevich E. I. STUDY OF THE EFFECT OF DYNAMIC FORCES GENERATED BY THE MOVEMENT OF TRAINS ON UNDERGROUND STRUCTURES //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 109-115.

33. Fozilov O. GRUNTLI TO 'G 'ONLARNING DINAMIK DEFORMATSIYALANISHINI ANIQLASH //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 163-170.

34. Мартазаев А. Ш., Мирзамахмудов А. Р. ТРЕЩИНАСТОЙКОСТЬ ВНЕЦЕНТРЕННО-РАСТЯНУТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ОДНОСТОРОННЕМ ВОЗДЕЙСТВИИ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 68-75.

35. Рахмонов Б. и др. ТУРАР ЖОЙ БИНОЛАРИНИ ҚИШ МАВСУМИ ШАРОИТДА ЭКСПЛУАТАЦИЯ ҚИЛИШГА ТАЙЁРЛАШ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 99-108.

36. Ахмедов П. С., Чинтемиров М. МАНСАРДЛИ ТУРАР-ЖОЙ БИНОЛАРИ ТОМ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ УСУЛЛАРИ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 171-177.

37. Муминов К. К. ҚУРИЛИШ МАТЕРИАЛАРИ ВА БУЮМЛАРИНИ ИССИҚЛИҚ ЎТКАЗУВЧАНЛИГИНИ АНИҚЛОВЧИ ТАЖРИБА ҚУРИЛМАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 125-132.

38. Khusainov M. A., Rahimov A. M., Turgunpulatov M. M. ASSESSMENT OF THE SIGNIFICANCE OF FACTORS AFFECTING THE STRENGTH OF FIBER CONCRETE //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 133-140.

39. Хамдамова М. МЕТАЛЛУРГИЯ САНОАТИ ЧИКИНДИЛАРИДАН ҚАЙТА ФОЙДАЛАНИШ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 141-146.

40. Ковтун И. Ю. ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 116-124.

41. Ходжиев Н. Р. ҒИШТ ПИШИРИШ ЗАВОДЛАРИДАГИ ФОЙДАЛАНИЛГАН ЭНЕРГИЯДАН ИККИЛАМЧИ ЭНЕРГИЯ СИФАТИДА ФОЙДАЛАНИШ УСУЛЛАРИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 147-155.

42. Худойкулов С. И. и др. КЎП ФАЗАЛИ ОҚИМНИНГ ЭРКИН СИРТИ ЮЗАСИ БЎЙЛАБ ҲАВО ОҚИМИНИНГ КИРИБ БОРИШИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 156-162.

43. Максуд Б. и др. АРМИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНОЙ ФИБРОЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 92-98.

44. Тўхтабаев А. А., Адашева С. А., Жўрабоев М. М. ТО‘Г‘ОН-PLASTINA TENGLAMASINI YOPISHQOQ ELASTIK XUSUSIYATLARI, GIDRODINAMIK SUV BOSIMI VA SEYSMIK KUCHLARNI HISOBGA OLGAN HOLDA HISOVLASH //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 37-48.

45. Рахимов А. М., Турғунпўлатов М. М. ХАЛҚАСИМОН ТЕМИР-БЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРНИ ТАЙЁРЛАШДА ЮЗАГА КЕЛАДИГАН НУҚСОНЛАР //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 49-54.

46. Рахимов А. М. и др. МЕТОДЫ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ БЕТОНА //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 55-60.

47. Kovtun I. Y., Maltseva A. Z. Improving the reliability of calculations of bases and soil massifs based on geotechnical control methods //Academicia: an international multidisciplinary research journal. – 2021. – Т. 11. – №. 1. – С. 1367-1375.

48. Ковтун И. Ю. Концептуальные предпосылки отчетного раскрытия информации о собственном капитале предприятия. – 2014.

49. Ковтун И. Ю., Мальцева А. З. БЫСТРОРАСТУЩИЙ ПАВЛОВНИЙ–ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ АКТУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ //НАУЧНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ «МАТРИЦА НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ». – С. 38.

50. Ковтун И. Ю., Мальцева А. З. МЕХАНИЗМ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ И ВРЕМЕНИ ТЕРМООБРАБОТКИ //НАУЧНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ «МАТРИЦА НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ». – С. 45.

51. Kovtun I. Y. Methods Without Formwork Molding of Reinforced Concrete Products //Eurasian Journal of Engineering and Technology. – 2022. – Т. 10. – С. 128-130.
52. Ковтун И. Ю., Мальцева А. З. КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ПРИ ГЕОТЕХНИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. – 2021.
53. Рахимов А. М. и др. Ускорение твердения бетона при изготовлении сборных железобетонных изделий //Conferencea. – 2022. – С. 20-22.
54. Muminov K. K. et al. Physical Processes as a Result of Concrete Concrete in Dry-hot Climate Conditions //International Journal of Human Computing Studies. – Т. 3. – №. 2. – С. 1-6.
55. Рахимов А. М. и др. Ускорение твердения бетона при изготовлении сборных железобетонных изделий //Conferencea. – 2022. – С. 20-22.
56. Mamadov B. et al. Reduction of Destructive Processes in Concrete Concrete Processing in Dry-hot Climate Conditions //International Journal on Integrated Education. – Т. 3. – №. 12. – С. 430-435.
57. Ковтун И. Ю. ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 116-124.
58. Ходжиев Н. Р. ҒИШТ ПИШИРИШ ЗАВОДЛАРИДАГИ ФОЙДАЛАНИЛГАН ЭНЕРГИЯДАН ИККИЛАМЧИ ЭНЕРГИЯ СИФАТИДА ФОЙДАЛАНИШ УСУЛЛАРИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 147-155.
59. Худойкулов С. И. и др. КЎП ФАЗАЛИ ОҚИМНИНГ ЭРКИН СИРТИ ЮЗАСИ БЎЙЛАБ ҲАВО ОҚИМИНИНГ КИРИБ БОРИШИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 156-162.
60. Максуд Б. и др. АРМИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНОЙ ФИБРОЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ //PEDAGOG. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 92-98.
61. Рахимов А. М. и др. Ускорение твердения бетона при изготовлении сборных железобетонных изделий //Conferencea. – 2022. – С. 20-22.
62. Muminov K. K. et al. Physical Processes as a Result of Concrete Concrete in Dry-hot Climate Conditions //International Journal of Human Computing Studies. – Т. 3. – №. 2. – С. 1-6.
63. Рахимов А. М. и др. Ускорение твердения бетона при изготовлении сборных железобетонных изделий //Conferencea. – 2022. – С. 20-22.
64. Mamadov B. et al. Reduction of Destructive Processes in Concrete Concrete Processing in Dry-hot Climate Conditions //International Journal on Integrated Education. – Т. 3. – №. 12. – С. 430-435.