UDC 532.591+517.948

ERKIN CHEGARALI IKKI QATLAMLI AYLANMA HARAKATDAGI SUYUQLIKDA UZUN TO'LQINLI TARQALISHINING MATEMATIK MODELLARI

Rustamov Erkin Tohirovich

Osiyo xalqaro universiteti "Umumtexnik fanlar" kafedrasi assistenti

Email. Rustamov87mg@umail.uz

Annatatsiya: Ikki qatlamli ideal qatlamli suyuqlikning kesish oqimida uzun to'lqinli buzilishlarning tarqalishining matematik modeli ko'rib chiqiladi. Suyuqlikdagi buzilishlarning tarqalish tezligini aniqlaydigan xarakterli tenglama olingan va o'rganilgan. Kerakli narsalar shakllantiriladi monoton chuqurlikdagi oqimlar uchun harakat tenglamalarining giperbolik shartlari tezlik profili va tizimning xarakterli shakli hisoblanadi. Kerakli narsalar shakllantirildi monoton chuqurlikdagi tezlik profiliga ega oqimlar uchun harakat tenglamalarining giperbolik shartlari va tizimning xarakterli shakli hisoblanadi. Giperboliklikning etarli shartlarini olish masalasi singulyar integral tenglamalar tizimini echishga teng ekanligi ko'rsatilgan. Zaif va kuchli tabaqalanishning cheklangan holatlari o'rganildi. Ushbu modellar uchun giperboliklikning zarur va yetarli shartlari shakllantirilgan, harakat tenglamalari tizimlari riemannning xususiyatlari bo'yicha davom etadigan integral invariantlariga berilgan.

Kalit so'zlar: ikki qatlamli suyuqlik, kesish oqimlari, uzun to'lqinlar, giperboliklik.

Аннотация: рассмотрена математическая модель распределения длинноволновых возмущений в сдвиговом потоке идеальной двухслойной жидкости. Получено и изучено характерное уравнение, определяющее скорость распространения возмущений в жидкости. Формулируются необходимые гиперболические условия уравнений движения для потоков монотонной глубины являются профилем скорости и характерной формой системы. Сформулированы необходимые гиперболические условия уравнений движения для потоков с монотонным глубинным профилем скорости и характерной формой системы. Показано, что задача получения достаточных членов гиперболичности равносильна решению системы сингулярных интегральных уравнений. Изучены ограниченные случаи слабой и сильной стратификации. Для этих моделей сформулированы необходимые и достаточные условия гиперболичности, системы уравнений движения приведены к интегральным инвариантам, которые продолжаются по свойствам Римана.

Ключевые слова: двухслойная жидкость, сдвиговые токи, длинные волны, гиперболичность.

Annatation: A mathematical model of the propagation of long-wave disturbances in the shear flow of a two-layer ideal stratified liquid with a free boundary is considered. A characteristic equation determining the velocity of propagation of

disturbances in a liquid is obtained and investigated. The necessary conditions for hyperbolicity of the equations of motion for flows with a monotonous velocity profile in depth are formulated, and the characteristic shape of the system is calculated. It is shown that the question of obtaining sufficient hyperbolicity conditions is equivalent to solving a system of singular integral equations. The limiting cases of weak and strong stratification are investigated. Necessary and sufficient hyperbolicity conditions are formulated for these models, and the systems of equations of motion are reduced to integral Riemann invariants that persist along the characteristics.

Keywords: two-layer liquid, shear flows, long waves, hyperbolicity.

Kirish.

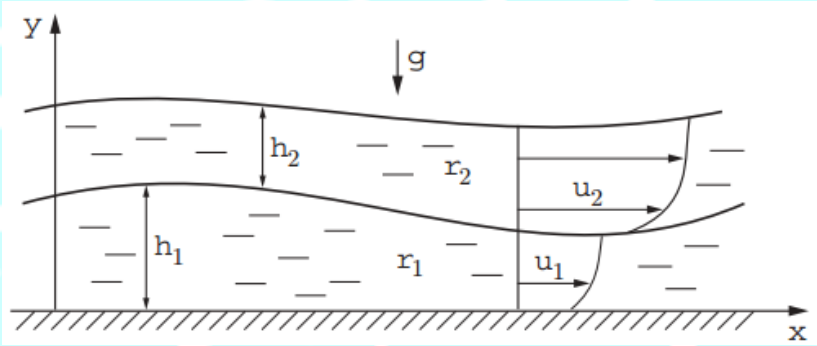
Suyuqlikning tor qatlami yuzasida chiziqli bo'lmagan to'lqin harakatlarini modellashtirish okeanologiya va meteorologiya sohasidagi fundamental tadqiqotlar va amaliy qo'llanmalar uchun qiziqish uyg'otadi. Ushbu mavzu uzoq vaqtdan beri rivojlanib kelmoqda va ko'plab asarlar, shu jumladan monografiyalar unga bag'ishlangan [1-4]. Doimiy zichlikka ega bo'lgan tabaqalashtirilgan suyuqlik dinamikasini o'rganish okeanologiya vazifalariga va okeanning yuqori qatlamining "qatlamli" (deyarli bir xil zichlikdagi gorizontal qatlamlarga bo'lingan) tuzilmalarini o'rganishga oid ilovalarga ega. Bunday harakatlarning muhim xususiyati impulsni bir qatlamdan ikkinchisiga o'tkazish orqali ichki to'lqinlarning rivojlanishi. L. V. Ovsyannikov tomonidan [6] sayoz suvning asimptotik yaqinlashuvida ikki qavatli suyuqlikning potentsial to'lqin harakatlarining modellari ishlab chiqilgan va o'rganilgan. V. M. Teshukov tomonidan taklif qilingan integral-differentsial tenglamalarni tahlil qilishning yangi nazariy usuli [7] harakatning vorteks (siljish) xususiyatini hisobga olgan holda ikki qavatli suyuqlikning yanada murakkab modellarini o'rganishga imkon beradi. Erkin chegarasi va qopqog'i ostidagi ikki qavatli girdobli sayoz suv modeli uchun bir qator natijalar [8, 9] asarlarida olingan.

1. Matematik modelning xulosasi. Ikki qavatli ideal siqilmaydigan suyuqlikning tortishish maydonidagi erkin chegarasi bo'lgan tekis pastki ustidagi tekis parallel harakatlari chegara va boshlang'ich shartlari bo'lgan Eyler tenglamalari tizimi bilan tavsiflanadi

$$u_{it} + u_i u_{ix} + \upsilon_i u_{iy} + \rho_i^{-1}\rho_{ix} = 0,$$

$$\varepsilon^2(\upsilon_{it} + u_i \upsilon_{ix} + \upsilon_i \upsilon_{iy}) + \rho_i^{-1}\rho_{iy} = -g,$$

ISSN 3030-3907



1-shakl

$$u_{ix} + \upsilon_{iy} - 0, h_{1t} + u_1(t,x,h_1), \upsilon_1(t,x,0) = 0,$$
$$h_{1t} + u_1(t,x,h_1)h_{1x} = \upsilon_2(t,x,h_1), \quad (1)$$
$$(h_1 + h_2)_t + u_2(t,x,h_1+h_2)(h_1+h_2)_x = \upsilon_2(t,x,h_1+h_2),$$
$$u_i(0,x,y) = u_{i0}(x,y), \upsilon_i(0,x,y) = \upsilon_{i0}(x,y), h_i(0,x) = h_{i0}(x), (i = 1,2).$$

Indeks qiymati $i = 1-$ suyuqlikning pastki qatlamidagi gidrodinamik miqdorlarga to'g'ri keladi, $i = 2-$ yuqori qatlamda (1-shakl). o`zgaruvchilar

$$u_i^* = (aH_0)^{1/2} u_i, \upsilon_i^* = (aH_0)^{1/2} H_0 L_0^{-1} \upsilon_i, \rho_i^* = R_0 \rho_i, p_i^* = R_0 a p_i,$$
$$t^* = L_0 (aH_0)^{-1/2} t, x^* = L_0 x, y^* = H_0 y -$$

tezlik vektorining o'lchovli komponentlari, zichligi, bosimi, vaqti va dekard koordinatalari; $u_i, \upsilon_i, \rho_i, p_i, t, x, y -$ ularga mos keladigan o'lchovsiz miqdorlar. L_0 va H_0 Parametrlari xarakterli gorizontal va vertikal shkalalarni aniqligi; parametr R_0 zichlik o'lchamiga ega, $a -$ tezlanishlar; $g -$ tortishishning o'lchovsiz erkin tushish tezlashishi; $h_1(t,x), h_2(t,x) - \rho_1 va \rho_2 (\rho_1 > \rho_2)$ zichliklarda qatlam chuqurligi. Uzun to'lqin yaqinlashuvida o'lchovsiz parametr $\varepsilon = H_0 / L_0$ kichik deb qaraymiz. (1) tenglamalarda ε^2 tartibining shartlarini e'tiborsiz qoldirib, bosimni gidrostatik taqsimlash uchun quyidagi ifodalarni olamiz:

$$p_1 = g\rho_1(h_1 - y) + g\rho_2 h_2 + p_0, (0 \le y \le h_1),$$
$$p_2 = g\rho_2(h_1 + h_2 - y) + p_0, (h_1 \le y \le h_1 + h_2), \quad (2)$$

Chegara shartlarini hisobga olgan holda uzluksizlik tenglamasini birlashtirish quyidagi iboralarni beradi qatlamlarda tezlik vektorining vertikal komponentlari

$$\upsilon_1 = -\int_0^y u_{1x}(t,x,y')dy', \upsilon_2 = -\int_{h_1}^{h_2} u_{2x}(t,x,y')dy' + h_{1t} + u_2(t,x,h_1)h_{1x};$$

va tizim (1) $\varepsilon = 0$ da shaklni oladi

ISSN 3030-3907

$$u_{1t}+u_1u_{1x}=\upsilon_1u_{1y}+gh_{1x}+grh_{2x}=0, h_{1t}+\left(\int_0^{h_1}u_1dy\right)_x=0,$$
$$u_{2t}+u_2u_{2x}=\upsilon_2u_{2y}+g(h_{1x}+h_{2x})=0, h_{2t}+\left(\int_{h_1}^{h_1+h_2}u_2dy\right)_x=0, \quad (3)$$

($r=\frac{\rho_1}{\rho_2}$; $\upsilon_i(t,x,y)$ uchun iboralar yuqorida keltirilgan; dastlabki ma'lumotlar bir xil).

Shuni ta'kidlash kerakki, ko'rib chiqilayotgan yaqinlashishda qatlamdagi oqimning u_{iy} bilan mutanosibdir, agar tezlik chuqurligi bo'yicha siljish bo'lmasa, tizim (3) ikki qavatli sayoz suvning ma'lum tenglamalariga kamayadi [6]. Tezlik profilining chuqurligi bo'yicha monoton oqimlarni ko'rib chiqamiz. Aniqlik uchun bo'lsin $u_{iy}>0\, va\, u_1<u_2$.

Kesish oqimlari uchun ikki qavatli sayoz suv tenglamalarining xarakterli xususiyatlarini tahlil qilish (3) V. M. Teshukovning xarakteristikalari va giperbolik tushunchalarini umumlashtirish asosida yarim Lagranj koordinatalar tizimida qulay tarzda amalga oshiriladi. Operator koeffitsientlari bo'lgan tizimlar [4,7]. Yarim Lagranj o'zgaruvchilariga o'tish $x,\lambda(0\le\lambda\le1)$ o'zgaruvchini almashtirish orqali amalga oshiriladi [10].

$$y=\begin{cases}\Phi_1(t,x,\lambda), & agar \quad 0\le y\le h_1\\ h_1(t,x)+\Phi_2(t,x,\lambda) & agar \quad h_1<y\le h_1+h_2.\end{cases} \quad (4)$$

Funktsiya $\Phi_i(t,x,\lambda)$ – Koshining quyidagi vazifalarini yechamiz:

$$\Phi_{1t}+u_1(t,x,\Phi_1)\Phi_{1x}=\upsilon_1(t,x,\Phi_1), \quad \Phi_1\big|_{t=0}=\lambda h_1(0,x);$$
$$(h_1+\Phi_2)_t+u_2(t,x,h_1+\Phi_2)(h_1+\Phi_2)_x=\upsilon_2(t,x,h_1+\Phi_2),$$
$$(h_1+\Phi_2)\big|_{t=0}=h_1(0,x)+\lambda h_2(0,x).$$

Agar almashtirish qaytarilsa $\Phi_{i\lambda}\neq0$ (biz ishonamiz $\Phi_{i\lambda}>0$).

$u_i(t,x,\lambda), H_i(t,x,\lambda)=\Phi_{i\lambda}$ – Funktsiyalarni aniqlash uchun integral differentsial tenglamalar tizimi paydo bo'ladi

$$u_{1t}+u_1u_{1x}+g\int_0^1H_{1x}d\lambda+gr\int_0^1H_{2x}d\lambda=0, \quad H_{1t}+H_1u_{1x}+u_1H_{1x}=0,$$
$$u_{2t}+u_2u_{2x}+g\int_0^1H_{1x}d\lambda+g\int_0^1H_{2x}d\lambda=0, \quad H_{2t}+H_2u_{2x}+u_2H_{2x}=0, \quad (5)$$

dastlabki ma'lumotlar bilan $u_i(0,x,\lambda)=u_{0i}(x,\lambda), H_i(0,x,\lambda)=H_{0i}(x,\lambda).$

Agar (5) tenglamalar tizimini echish natijasida $u_i(t,x,\lambda), H_i(t,x,\lambda)$ funktsiyalari topilsa, u holda $\Phi_{i\lambda}=H_i, \Phi_i(t,x,0)=0$ formulalari Φ_i va qatlamlarning chuqurligini topishga imkon beradi) $h_i=\Phi_i(t,x,1)=0$.(2), (4) formulalar yordamida bosim aniqlanadi, υ_1 uchun ifodalar tezlik vektorining vertikal komponentlarini

ISSN 3030-3907

hisoblash imkonini beradi. Keyinchalik, ikki qavatli girdobli sayoz suv tenglamalarining giperbolikligi shartlarini topamiz (5).

1. (5) Tenglamalarning xarakterli xususiyatlari. Tizim (5) quyidagicha ifodalanadi

$$U_t + AU_x = 0, \tag{6}$$

Bu yerda $U = (u_1, H_1, u_2, H_2)^T$ – qidirilayotgan vektor;

$A = \begin{pmatrix} u_1 & g\int_0^1 ....d\lambda & 0 & gr\int_0^1 ..d\lambda \\ H_1 & u_1 & 0 & 0 \\ 0 & g\int_0^1 ...d\lambda & u_2 & g\int_0^1 ...d\lambda \\ 0 & 0 & H_2 & u_2 \end{pmatrix}$ – Operator koeffitsientlari bilan matritsa.

Ga ko'ra [7] tizimning xarakterli egri chizig'i (6) differentsial tenglama bilan aniqlanadi $x'(t) = k(t,x)$, bu erda xarakteristikaning tarqalish tezligi k muammoning o'ziga xos qiymati.

$$(F, (A - kI)\varphi) = 0. \tag{7}$$

(7) Tenglamaning vektor funksiyasiga nisbatan yechimi $F = (F_1, F_2, F_3, F_4)$ mahalliy integratsiyalashgan yoki umumlashtirilgan funktsiyalar sinfida qidiriladi. Funktsional harakat F o'zgaruvchiga muvofiq amalga oshiriladi $\lambda (t \; va \; x$ – parametrlar sifatida ko'rib chiqiladi); I – aniq xaritalash. Funktsional F ning (6) tenglamaga ta'siri xarakteristikada nisbatni beradi

$$F, U_t + kU_x = 0 \tag{8}$$

Tizim (6) umumlashtirilgan-giperbolik [7], agar barcha o'ziga xos qiymatlar bo'lsa k haqiqiy va (8) xarakteristikalardagi munosabatlar to'plami tenglamalarga teng (6) (ya'ni, tegishli funktsiyalar tizimi ko'rib chiqilayotgan makonda to'liq). (7) Tenglamalardan, mustaqillikni hisobga olgan holda, sinov vektori funktsiyasi komponenti $\varphi = (\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4)^T$ biz tenglikni olamiz

$$\begin{aligned} &(F_1(u_1 - k)\varphi_1) + (F_2 H_1 \varphi_1) = 0, \\ &g\int_0^1 \varphi_2 d\lambda (F_1, 1) + (F_2(u_1 - k)\varphi_2) + g\int_0^1 \varphi_2 d\lambda (F_3, 1) = 0, \\ &(F_3, (u_2 - k)\varphi_3) + (F_4 H_2 \varphi_3) = 0, \\ &gr\int_0^1 \varphi_4 d\lambda (F_1, 1) + g\int_0^1 \varphi_4 d\lambda (F_3, 1) + F_4, (u_2 - k)\varphi_4) = 0; \end{aligned} \tag{9}$$

Kompleks tekislikka tegishli k sonlari to'plamini ko'rib chiqamiz, bundan mustasno segmentlar

$$[u_{10}, u_{11}] \; va \; [u_{20}, u_{21}], buyerda \; u_{i0} = u_i(t,x,0), \; u_{i1} = u_i(t,x,1).$$

Tizim (9) quyidagilar yozamiz

$$\begin{aligned} (F_1 \psi_1) &= -(F_2, (u_1 - k)^{-1} H_1 \psi_1), \\ (F_3 \psi_1) &= -(F_4, (u_2 - k)^{-1} H_2 \psi_3), \end{aligned} \tag{10}$$

ISSN 3030-3907

Qayerga $\psi_{12} = (u_1 - k)\varphi_{12}; \psi_{34} = (u_2 - k)\varphi_{34}$. Shuning uchun F2, F4 vektor-funktsional F komponentining harakati quyidagicha ifodalanadi

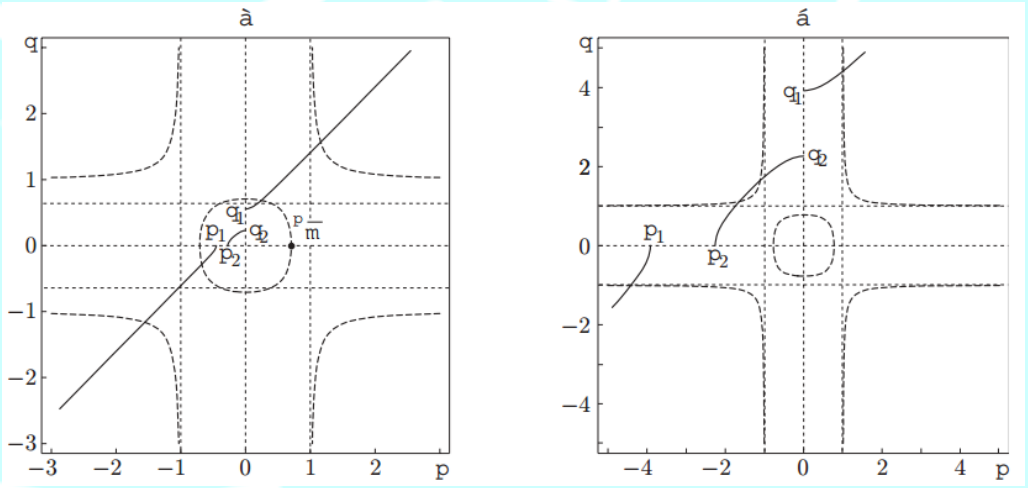
$$(F_2\psi_2) = g\left[(F_2,(u_2-k)^{-1}H_1) + (F_4,(u_2-k)^{-1}H_2)\right]\int_0^1 (u_1-k)^{-1}\psi_2 d\lambda,$$
$$(F_4\psi_4) = g\left[r(F_2,(u_2-k)^{-1}H_1) + (F_4,(u_2-k)^{-1}H_2)\right]\int_0^1 (u_1-k)^{-1}\psi_4 d\lambda, \quad (11)$$

(11) Formulalarga ishonch hosil qilish uchun $\psi_2 = (u_1-k)^{-1}H_1;\ \psi_4 = (u_2-k)^{-1}H_2$.

va nisbatan bir hil bo'lgan mos keladigan determinantni nolga tenglashtirish $(F_2,(u_1-k)^{-1}H_1),\ va\ \ (F_4,(u_2-k)^{-1}H_2),$ tizimlar, biz harakterli tenglamani olamiz

$$\chi(k) = 1 - g\int_0^1 \frac{H_1 d\lambda}{(u_1-k)^2} - g\int_0^1 \frac{H_2 d\lambda}{(u_2-k)^2} + g^2\mu\int_0^1 \frac{H_1 d\lambda}{(u_1-k)^2}\int_0^1 \frac{H_2 d\lambda}{(u_2-k)^2} = 0, \quad (12)$$

Bu yerda $\mu = 1 - r (0 < \mu < 1)$



2-shakl Oqim markazidagi ichki oqim sarfi va bosim orasidagi bog`liqlik sxemasi

[6] da ko'rsatilganidek, ikki qavatli sayoz suv tenglamalari, agar to'rtta haqiqiy xarakterli tenglama mavjud bo'lsa, ko'rib chiqilayotgan eritmada giperbolikdir. Shuning uchun, bu holda, eng tabiiy holat, ko'rib chiqilayotgan integral differentsial tizim yechimida (5) shuningdek, k_i ning to'rtta haqiqiy xarakterli ildizi mavjud. Murakkablik va tenglamaning chiziqli emasligi (12) uning tahlili taklif qilingan geometrik talqin yordamida qulay tarzda amalga oshiriladi [6] o'rtacha model uchun. Biz belgilaymiz

$$\frac{1}{p^2(k)} = g\int_0^1 \frac{H_1 d\lambda}{(u_1-k)^2}, \quad \frac{1}{q^2(k)} + g\int_0^1 \frac{H_2 d\lambda}{(u_2-k)^2}; \quad (13)$$

$$(p^2-1)(q^2-1) = r. \quad (14)$$

O'lchovsiz o'zgaruvchilar tekisligida (p, q) tenglama (14)-to'rtta simmetriya o'qiga ega bo'lgan to'rtlik egri chizig'ining tenglamasi (rasmdagi chiziq egri).

ISSN 3030-3907

1). (12) tenglamaning haqiqiy ildizlari soni (14) egri chiziqning parametrik ravishda berilgan uzilish chizig'i (13) bilan kesishmalari soni bilan belgilanadi (rasmdagi qattiq egri chiziq).

2). Egri bo'lmagan holatda (13) formulalar tekislikda (p, q) to'g'ri chiziq bilan o'rnatiladi. (12) Tenglamaning haqiqiy ildizlari sonini miqdorlar yordamida aniqlash qulay (15) (2-shakl).

$$p_1 = \left[g\int_0^1 \frac{H_1 d\lambda}{(u_1 - u_{21})^2}, \right]^{-\frac{1}{2}}, \qquad p_2 = -\left[g\int_0^1 \frac{H_1 d\lambda}{(u_1 - u_{20})^2}; \right]^{-\frac{1}{2}},$$

$$q_1 = \left[g\int_0^1 \frac{H_2 d\lambda}{(u_2 - u_{10})^2}, \right]^{-\frac{1}{2}}, \qquad q_2 = \left[g\int_0^1 \frac{H_2 d\lambda}{(u_2 - u_{11})^2}, \right]^{-\frac{1}{2}} \tag{15}$$

O'lchovsiz o'zgaruvchilar tekisligida (p, q) tenglama (14) -to'rtta simmetriya o'qiga ega bo'lgan to'rtlik egri chizig'ining tenglamasi (rasmdagi chiziq egri). 2). (12) tenglamaning haqiqiy ildizlari soni (14) egri chiziqning parametrik ravishda berilgan uzilish chizig'i (13) bilan kesishmalari soni bilan belgilanadi (rasmdagi qattiq egri chiziq). 2). Egri bo'lmagan holatda (13) formulalar tekislikda (p, q) to'g'ri chiziq bilan o'rnatiladi. (12) Tenglamaning haqiqiy ildizlari sonini aniqlash qiymatlar yordamida qulay tarzda amalga oshiriladi.

Xulosa.

Ikki qatlamli tabaqalashtirilgan aylanma suyuqlikda uzun to'lqinli buzilishlarning tarqalishi bo'yicha nazariy tadqiqotlar o'tkazildi. Buzilishlarning tarqalish tezligi aniqlandi va modelning giperbolikligi uchun zarur bo'lgan murakkab xarakterli ildizlarning yo'qligi shartlari shakllantirildi. Hisoblangan integral differentsial tenglamalar tizimining xarakterli shakli. Asl tizim va xarakteristik shaklning ekvivalentligi masalasi singulyar integral tenglamalarning hal etilishini o'rganishga qisqartirildi. Kuchli va zaif tabaqalanishning cheklangan holatlarida modellarning umumlashtirilgan giperbolikligi va Riemann integral invariantlarining mavjudligi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Овсянников Л. В., Макаренко Н. И., Налимов В. И. и др. Нелинейные проблемы теории поверхностных и внутренних волн. Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1985.

2. Ляпидевский В. Ю., Тешуков В. М. Математические модели распространения длинных волн в неоднородной жидкости. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000.

3. Тернер Дж. Эффекты плавучести в жидкостях. М.: Мир, 1977.

4. Овсянников Л. В. Модели двухслойной “мелкой воды” // ПМТФ. 1979. № 2. С. 3–14.

ISSN 3030-3907

5. Rustamov, E., & Rayimova, D. (2024). CHARACTERISTICS OF THE DEVELOPMENT OF TECHNICAL CREATIVITY IN STUDENTS. *Medicine, pedagogy and technology: theory and practice*, *2*(9), 397-405.
6. Rustamov, E. (2024). TIKUVCHILIK BUYUMLARINI KONSTRUKSIYALASHDA GRAFIK DASTURLARIDAN FOYDALANISHNING AHAMIYATI. *Medicine, pedagogy and technology: theory and practice*, *2*(9), 707-715.
7. Tohirovich, R. E., Dilmurodovna, R. D., & Muminovna, R. D. Z. (2023). The Importance of Using Graphics Programs in The Design of Sewing Items. *Web of Teachers: Inderscience Research*, *1*(3), 5-8.
8. Tohirovich, R. E., & Dilmuradovna, R. D. (2021, March). TYPICAL MISTAKES MADE BY STUDENTS WHEN MAKING DRAWINGS IN THE ENGINEERING GRAPHICS DISCIPLINE. In *E-Conference Globe* (pp. 339-343).
9. Toxirovich, R. E. (2024). OLIY TALIMDA TALABALARNI MUSTAQIL TALIMINI TASHKIL ETISHNING AHAMIYATI VA DOLZARBLIGI. *PEDAGOG*, *7*(5), 507-510.
10. Tohirovich, R. E. (2024). ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ, ДОПУСКАЕМЫЕ УЧАЩИМИСЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. ВОДОЕМА. *THE THEORY OF RECENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF PEDAGOGY*, *2*(21), 192-197.
11. Tohirovich, R. E., Dilmurodovna, R. D., & Muminovna, R. D. Z. (2023). The Importance of Using Graphics Programs in The Design of Sewing Items. *Web of Teachers: Inderscience Research*, *1*(3), 5-8.
12. Dilmurodovna, R. D., & Shaxrulloyevna, S. E. (2024). ROBOTOTEXNIKA VA UNING RIVOJLANISHI TARIXI. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, *1*(2), 22-26
13. Dilmurodovna, R. D. (2024). TEXNOLOGIYA DARSLARINI TASHKIL ETISHNING USULLARI. *Science, education, innovation: modern tasks and prospects*, *1*(2), 109-115.
14. Rayimova, D., & Axmadova, M. (2024). HOZIRGI KUNDA ROBOTLARNING O'RNI. *Universal xalqaro ilmiy jurnal*, *1*(12), 329-334.
15. Rustamov, E. T., & Idiyev, N. Q. (2018). CHIZMA BAJARISHDA OQUVCHILAR YOL QOYADIGAN TIPIK XATOLAR. *Интернаука*, (20-2), 58-60.
16. Рустамов, Э. Т., & Мирханова, М. А. (2016). Создание динамических изображений при помощи программы Power Point при проведении занятий по теме" Топографическое черчение. Проекции с числовыми отметками". *Молодой ученый*, (2), 835-838.

ISSN 3030-3907

17. Rustamov, E. T. (2018). LOYIHALANGAN REJAGA ASOSAN MAKTABDA CHIZMACHILIK DARSINI O'TISH.(MODELLASHTIRISH). *Интернаука*, (20-2), 55-57.
18. Toxirovich, R. E., & Ulug'bekovich, Z. N. (2017). CHIZMACHILIK O'QITISHDA AXBOROT TEXNOLOGIYALARINING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI VA AFZALLIKLARI. *Интернаука*, *7*(11 Часть 3), 60.
19. Tohirovich, R. E., Dilmurodovna, R. D., & Muminovna, R. D. Z. (2023). The Importance of Using Graphics Programs in The Design of Sewing Items. *Web of Teachers: Inderscience Research*, *1*(3), 5-8.
20. Rayimova, D. D., qizi Bahronova, S. I., Ruziyeva, D. Z. M., & Davlatova, N. U. (2023). Texnologiya ta'limi praktikumi fanini o 'qitishda innovatsion ta'lim texnologiyalarini qo 'llash imkoniyatlari. *Educational Research in Universal Sciences*, *2*(5), 616-619.
21. Уринов, Ж. Р., Рустамов Э. Т., Равшанов У. Х. (2019). Исследования неавтоклавных ячеистых бетонов и конструкций из них для применения в сейсмостойких зданиях. *Вестник науки и образования* , (10-1 (64)), 32-34.

ISSN 3030-3907