**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ**
**ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**
**БУХОРО ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**
**АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ФАКУЛЬТЕТИ**

# АМАЛИЙ МАТЕМАТИКА ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ ЗАМОНАВИЙ МУАММОЛАРИ

ХАЛҚАРО МИҚЁСИДАГИ ИЛМИЙ-АМАЛИЙ АНЖУМАН

# МАТЕРИАЛЛАРИ

**2021 йил, 15-апрель**

**Бухоро – 2021**

$$K1(x,t) := e^{-(x-t)} \qquad f1(x) := e^{-x} \qquad h := 0.1 \qquad r(x) := 0$$

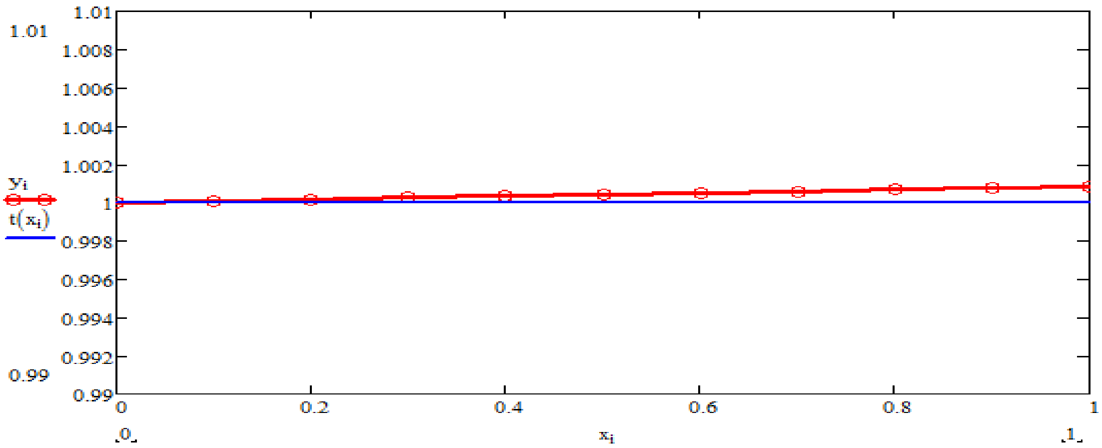
$$y := \mathrm{Voltera}(K1, f1, 0, 1, h) \qquad a := 0 \qquad b := 1 \qquad n := \frac{b-a}{h}$$

$$x_i := a + (i-1)\cdot h \qquad t(x) := 1 \qquad i := 1..n+1$$

Volterra funksiyasini shu misol uchun qo’llaymiz

$y := \mathrm{Voltera}(K1, f1, 0, 1, h)$

Tenglamaning aniq yechimi y=1. Taqribiy va aniq yechimlar taqqoslash uchun ularni grafiglarini solishtiramiz:




**Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Е.М. Карчевский, «Численные методы решения интегральных уравненийи комплекс программ на языке Matlab»: Казанский университет 2015. -40 с.
2. Атоев Дилшод Дилмуродович, Хайриев Умеджон Наримон Углы ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ СВЁРНУТЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ // Проблемы науки. 2020. №9 (57).
3. Назаров.Ш.Э., Понятие электронной коммерции// Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 9(78).
4. Xayriyev U.N., Atoyev D.D. МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАШТИРИШ, ҲИСОБЛАШ МАТЕМАТИКАСИ ВА ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТ ИНЖЕНЕРИЯСИНИНГ ДОЛЗАРБ МУАММОЛАРИ ИЛМИЙ КОНФЕРЕНЦИЯ ДАСТУРИ- Қарши – 2020.

## QUVURDA YOPISHQOQ HAVO OQIMI MATEMATIK MODELI VA UNI SONLI YECHISH

**[1]Xodjiyev S., [2]Shukurov F.F., [3]Shirinov Z.Z., [4]Tohirova F.N.**

*[1]Dotsent*

*[2]Magistr*

*[3]o‘qituvchi*

*[4]4-bosqich talabasi*

**Buxoro davlat universiteti fizika matematika fakulteti**

Tabiatdagi juda ko‘p hodisalar fizika va mexanikaning fundamental qonunlari asosida o‘rganiladi. Bunday qonunlarga misol qilib massa, energiya va harakatning saqlanish qonunlarini misol ko‘rsatish mumkin. Ko‘pincha jarayonlar matematik modeli ushbu qonunlarning xususiy hosilali nochiziqli differensial tenglamalari sistemasi orqali ifodalangan holda o‘rganiladi. Bunday tenglamalar sistemasi umumiy holda Nav’e-Stoks tenglamalari deyiladi [1].

Bu tenglamalar sistemasi asosida siqilmas-siqiluvchan oqimlarni biror ochiq yoki yopiq sohada harakatini, energiya saqlanish va diffuziya tenglamasi bilan birgalikda qaralganda har xil sohada yonish masalasi va havo oqimini atrof muhitga tarqalishi kabi masalalarni o‘rganish mumkin [1,2,3,4].

Bunday jarayonlar ayrim xususiy hollardagina tajriba qurilmalari yordamida o‘rganilishi mumkin. Ko‘p hollarda oqim parametrlar o‘zgarishi bilan qurilma parametrlarini ham o‘zgartirishga to‘gri keladi. Bu esa o‘z navbatida o‘rganuvchining qimmatli vaqtini hamda qurilma uchun qo‘shimcha mablag‘ sarflanishiga olib keladi. Shular qatori o‘rganilayotgan havo oqimi zaxarli yoki oqim kechayotgan soha kesimlari juda kichik b o‘lib, uni tajribani o‘rganishni iloji deyarli yo‘q. Hozirgi davrda tez ishlaydigan va katta xotirali zamonaviy hisoblash mashinalarining yaratilishi ko‘p jarayonlarni matematik modeli orqali sonli o‘rganish imkoniyatlarini ochib berdi.

Gidroaerodinamikaning asosiy masalalari matematik modeli sonli usullarning chekli ayirma metodlari bilan o‘rganilmoqda.[5]

Oqim harakatini to‘la Nav’e-Stoks tenglamalar sistemasi asosida o‘rganish ancha murakkab masalalardan hisoblanadi. Shu sohada tezroq yechimga ega bolish metodlari yaratilganligiga qaramasdan bu sohada hali yechilishi kerak bo‘lgan muammolar juda ko‘p. Shu sababli ayrim masalalarni o‘rganishda murakkab umumiy Nave-Stoks tenglamalar sistemasini yechishga hojat yoq. Balkim, uning xususiy holdagi tenglamalarni yechib o‘rganish yetarli bo‘lgan natijalarni olish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Bunday masalaga misol qilib yassi plastinka ustidan oqimni o‘tishda hosil bo‘ladigan qatlam-masalasi yoki katta Reynol’ds sonlarida ichki sohada oqim qonunlarini o‘rganishni misol qilib olish mumkin va boshqa shu kabi masalalarni qarash mumkin.

Ma’lumki ayrim masalalarni yechishda Nav’e-Stoks tenglamasidan xususiy parabolashgan tenglamalar sistemasini ma’lum farazlarda oddiy differensial tenglamalarga keltirib yechish mumkin [1,2]

Ushbu maqolada yopishqoq laminar qatlamda harakat differensial tenglamasi asosida yassi quvurda oqim harakatini sonli o‘rganish k o‘riladi. Bunday masalalar hayotimizning ko‘p sohalarida uchraydi, masalan quvurlardan gaz, suyuqlik, moy va boshqa ximik mahsulotlar harakati.

Katta Reynol’ds sonlarida qatlam masalasi (soha atrofida oqim qonuniyatini o‘rganish) Nav’e-Stoksning dekard sistemasidagi ushbu differensial tenglamalar sistemasi bilan amalga oshiriladi [1÷ 2 ]

$$u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}=-\frac{1}{p}\frac{\partial P}{\partial x}+\gamma\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right),$$
$$u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}=-\frac{1}{p}\frac{\partial P}{\partial y}+\gamma\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right), (1)$$
$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}=0.$$

Bunda, $u$ va $v$ -lar mos ravishda bo‘ylanma va ko‘ndalang tezliklar, $P$-bosim, $p$-zichlik, $\gamma$ - knematik yopishqoqlik koeffitsienti.

“Qatlam masalalarida” qatlam sohada ko‘ndalang tezlik nisbiy tartibi shu qatlam qalinligi tartibi bilan birxil bo‘lishi va sistemadagi ikkinchi tenglama hadlarini Reynol’ds soniga nisbatini baholash yordamida [1,2 ] ikkinchi tenglamadan voz kechish mumkin. Katta Reynol’ds sonlarida qatlam sohada $\partial P/\partial y=0$ ekanligini etiborga olganda birinchi tenglamadagi $\partial P/\partial x$ ni to‘la hosila $dP/dx$ ga almashttirish mumkin. Bunda $P(x)$ o‘zgarishini tashqi sohadagi (qatlamdan tashqaridagi) bosim o‘zgarishi bilan bir xil bo‘ladi. Bernulli tenglamasidan qatlamdan tashqaridagi tezlik $U(x)$ bo‘lsa, birinchi tenglamada o‘ng tomondagi birinchi hadni ushbu tenglik bilan almashtirish mumkin

$$\frac{1}{p}\frac{dP}{dx}=-U\frac{\partial U}{\partial x}, (2)$$

Yuqoridagi farazlardan so‘ng (1) takidlangan oqimlarni o‘rganish imkonini beradigan va 1904 yilda L. Prondtl tomonidan ko‘rsatilgan nochiziqli ikkinchi tartibli parabolik tipdagi ushbu tenglamalar sistemasiga keladi.

$$\begin{cases} u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}=U\frac{\partial U}{\partial x}+\gamma\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ \qquad \frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}=0. \end{cases} \quad (3)$$

Prandtl g‘oyasida $U(x)$ oldindan ideal siqilmas suyuqlik harakatidan hisoblangan deb qaraladi. Prandtl tenglamasi har xil ko‘rinishda bir qator almashtirishlar bajarilishi natijasida uchunchi tartibli oddiy differensial tenglamaga keltirilib taqribiy yechimi ko‘rsatilgan [1]. Ushbu (3) tenglamalar sistemasini chekli ayirma usulida ham yechish mumkin. Quvur masalasi ko‘rilganda har bir kesimda massani masani saqlanish qonunidan foydalanilsa (3) tenglamalar sistemasini quyidagi k o‘rinishda qoldiramiz

$$\begin{cases} u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}=-\frac{1}{p}\frac{dP}{dx}+\frac{\mu}{p}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ \qquad \frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}=0. \end{cases} \quad (4)$$

Biz ushbu tenglamalar sistemasi yordamida kesimi o‘zgarmas va uzunligi L ga teng bo‘lgan yassi quvurda oqim harakatini o‘zgarishini chekli ayirma metodi yordamida yechishni ko‘rsatamiz.

Koordinata o‘qlarini shunday joylashtiramizki, koordinata boshi quvurga kirayotgan oqim o‘rtasi bilan mos tushib $Ox$ simmetriya oqi bo‘yicha yo‘nalgan bo‘lib, $Oy$ o‘qiga perpendikulyar bo‘lsin. Bu shartdan integrallash sohani quvurning simmetriya o‘qi va ikkinchi bir devori bilan chegaralangan qismida qarash yetarli bo‘ladi, ya’ni $0 \le y \le f_0$ ($y=0$ simmetriya o‘qi, $f_0$yarim balandlik).

Ushbu masala qo‘yilishidan (4) sistema uchun ushbu boshlang‘ich va chegaraviy shartlar qo‘yish mumkin

$x=0:\ 0\le y<f_0 : u=u_0(y),$ (5)

$y=0:\ 0<x\le L : \frac{\partial u}{\partial y}=0, v=0,$ (6)

$y=f_0:\ 0\le x\le L : u=\ v=0.$ (7)

Qo‘yilgan masalani yechish qulay bo‘lishi va universal qilish uchun bir qator almashtirishlar bajaramiz.

1. Fizik parametrlar va koordinatalarni ushbu akmashtirishlar yordamida o‘lchovsiz xolga keltiramiz

$\bar{x}=\frac{x}{f_0}, \bar{y}=\frac{y}{f_0}, \bar{u}=\frac{u}{u_0}, \bar{v}=\frac{v}{u_0}, \bar{P}=\frac{P}{p_0 u_0^2}, \bar{\gamma}=\frac{\gamma}{\mu_0/p_0}, \bar{L}=\frac{L}{f_0}, \bar{p}=\frac{p}{p_0}$ (8)

bu almashtirishlarda indeks “0” oqimning kirish qismidagi parametrlari.

2. Sohani kvadrat sohaga keltirish almashtirishlari

$\Sigma=\frac{\bar{x}}{\bar{L}}, \eta=\bar{y}$ . (9)

Bu almashtirishdan s o‘ng, $0\le\Sigma\le 1, 0\le\eta\le 1$ oraliqlarda bo‘ladi.

3. Oqim parametrlari tez o‘zgaridan sohalarda hisoblash nuqtalarini saqlagan holda qadamlarni kichraytiradigan ushbu almashtirishlarni bajaramiz

$Z=\frac{\ln[1+k_x(e+1)\Sigma]}{\ln[1+k_x(1+e)]}, r=1-\frac{\ln[1+k_y(e+1)\eta]}{\ln[1+k_y(1+e)]},$ (10)

Bu yerda $k_x, k_y$- lar to‘r nuqtalarini mos ravishda bo‘ylanma va ko‘ndalang koordinatalar bo‘yicha quyuqlashtirish parametrlari. Bu koeffitsientlar nuqtalar sonini berilishiga qarab sonli tajribadan topiladi.

Yuqoridagi almashtirishlardan so‘ng, yechiladigan tenglamalar sistemasi quyidagi ko‘rinishga keladi.

$\frac{uz_\Sigma}{L}\frac{\partial u}{\partial z}+r_\eta\frac{\partial v}{\partial r}=0,$ (11)

$\frac{uz_\Sigma}{L}\frac{\partial u}{\partial z}+vr_\eta\frac{\partial u}{\partial r}=-\frac{z_\Sigma}{L}\frac{\partial P}{\partial z}+\frac{r_\eta\gamma}{Re}\frac{\partial}{\partial r}\left(r_\eta\frac{\partial u}{\partial r}\right)$ (12)

va bunda Re=$p_0 u_0 f_0/\mu_0$.

Boshlang‘ich va chegaraviy shartlar (5÷ 7)quyidagi ko‘rinishga keladi.

$z=0:\ 0\le r<1 : u=1; v=0,$ (13)

$r=0:\ 0<z\leq 1: \frac{\partial u}{\partial z}=0, v=0,$ (14)

$r=1:\ 0<z\leq 1: u=0;\ v=0.$ (15)

Tenglamalar sistemasi (11) ni integrallash uchun oshkormas ayirma sxemasi qo‘llanildi, undagi hadlar quyidagi analoglari bilan almashtirildi [3,5]

$A\frac{\partial F}{\partial z}=\frac{A_{i,j}^{s-1}(F_{i,j}^{s}-F_{i-1,j}^{s})}{\Delta z}, A\frac{\partial F}{\partial r}=\frac{A_{i,j}^{s-1}(F_{i,j+1}^{s}-F_{i,j-1}^{s})}{2\Delta r},$ (16)

$$\frac{\partial}{\partial r}(A\frac{\partial F}{\partial r})=\frac{A_{i,j+\frac{1}{2}}^{s-1}\left(F_{i,j+1}^{s}-F_{i,j}^{s}\right)-A_{i,j-\frac{1}{2}}^{s-1}(F_{i,j}^{s}-F_{i,j-1}^{s})}{\Delta r^2}$$

Bunda $F=u$, yoki $F=v$ bo‘lib, $i-\ x$ o‘qi bo‘yicha , $j-y$ o‘qi bo‘yicha nuqta nomeri, $s-1$ , $s$-iteratsiya tartibi.

Bosim o‘zgarmas jarayonlarda (12) tenglama o‘ng tomonidagi birinchi had bo‘lmaydi va yechim jarayoni soddalashadi. Aks holda no’malumlar soni tenglamalar sonidan bittaga ortiq bo‘ladi. Bu holda masalani yechish uchun massani saqlanish qonunidan bosim topilib, s o‘ng (12) dan $u$ tezlik topiladi va (11) dan $v$ tezlik topiladi [3]. Shu metod asosida tuzilgan dasturimiz shu tipdagi masalalar yechish uchun universal hisoblanadi. Uning universalligi shundaki har xil boshlang‘ich qiymatlarda, oqim turlarida ( gaz, suyuqlik va shu kabilar) va quvur o‘lchovlari uchun dasturga o‘zgartirish kiritishga hojat yo‘q. Metod va dasturni to‘g‘riligini tekshirish uchun har xil hisoblash nuqtalarida NX=NY=21x21; 31x31 : 31x41 to‘r nuqtalarida va katta to‘r (NX,NY> 31) bilan olingan yechimlar lekin kichik NX=NY=16 to‘rda quyuqlashishi hisobga olgan natijalar taqqoslandi. Quyuqlashish bilan olingan natijalar tejamli bo‘lib, natijalarda farqi kamligi aniqlandi.

Ikkinchi sonli tajribalarda har xil quvur balandligi va uzunligida jarayon o‘rganilib olingan natijalar oqim tabiatini ochib berishi ko‘rsatildi. Ushbu keltirilgan matematik model bilan o‘rganish natijalari shunga o‘xshash murakkab masalalarni yechishga yordam qiladi degan umiddamiz.

**Adabiyotlar ro‘yxati.**


1. Лойценский Л.Т Механика жидкости газа.-Учеб. для вузовю. -М.: Наука. Физматлит.,1987.-840 с.
2. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. перев. с. немецкого. –М.: Наука, 1974,-711 с.
3. В. А. Поспелов, С. Ходжиев. Методика расчёта стационарного течения вязкого газа в сопле Лаваля в приблежении “ узкого канала”. Движение многофазных смесей: Сб.ст./Ташкент: Фан, 1985
4. Вулис Л.А., Ярен Л.П. Аэродинамика факела.-Л.: Энергия.1978-216 с.
5. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен: В 2-х т. Т.1: Пер. с англ.- М.: Мир, 1990. -384 с.


## ЧИСЛЕННОЕ И ИССЛЕДОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ СТРУЙ РЕАГИРУЮЩИХ ГАЗОВ НА ОСНОВЕ АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ


**[1]ХОДЖИЕВ С., ДОЦ. [2]ЙУЛДОШЕВ.Ш.С, [1]ШИРИНОВ.З.З**

*[1]Бухарский государственный университет*

*[2]Бухарский инженерно-технологический институт*



В данной работе приводятся никоторые численные результаты исследования трехмерных турбулентных струй реагирующих газов на основе алгебраической модели турбулентности.



**Ключевие слова:** турбулентность, горючие, реагирующие, струя, факел



This paper presents some of the numerical results of a study of three-dimensional turbulent jets of reacting gases on the basis of an algebraic turbulence model.



**Keywords:** turbulence, combustible, reacting, jet, torch

**Musurmonova M.O.** G’ovak-izotropik fazoda qattiq sharning erkin sirtli sferik bo’shliq yaqinida nostatsionar buralishi ........ 122
**Xo`jaxonov Z.Z.** Ayrim aniq integrallarni interpolyatsion ko`pxadlar yordamida almashtirish bilan taqribiy hisoblashning yana bir usuli ........ 124
**Babaev S.S., Abduakhadov A.A, Doniyorov N.N.** An example to Computed Tomography in Matlab ........ 126
**Шукуров А.М.** Дифракция нестационарных плоских волн давления на неподвижном жестком шаре в акустическом полупространстве ........ 128
**Утебаев Д., Утепбергенова Г.Х.** Применение разностных схем повышенной точности для дискретизации уравнения тепло-влагопереноса ........ 130
**Чупонов А.Э.** Қарши магистрал канали насос станцияларнинг ишлашини мониторинг қилиш бўйича маълумотлар базаси таҳлили ........ 131
**Atoyev D.D., Ergasheva Q.Z.** Integral tenglamalarni sonli yechish algoritmi ........ 135
**Xodjiyev S., Shukurov F.F., Shirinov Z.Z., Tohirova F.N.** Quvurda yopishqoq havo oqimi matematik modeli va uni sonli yechish ........ 137
**Ходжиев С., Йулдошев Ш.С, Ширинов З.З.** Численное и исследования трехмерных турбулентных струй реагирующих газов на основе алгебраической модели турбулентности ........ 140
**Шовалиев Б.Х., Мирзаев Ш.С.** Модели принятия решений прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур в условиях неопределенности ........ 142
**Джумаёзов У.З. Алишеров А.А.** Метод типа мкэ для дифференциальных уравнений одномерных краевых задач термоупругости ........ 145
**Эргашев Б.Т., Эргашова Г. Б.** Хамир тайёрлаш технологик жараёни автоматик ростлаш тизимини моделлаштириш ........ 148
**Nematova D.E., Akbarova A.A., Ovlaeva M.Kh.** Numerical calculation of lyapunov stable solutions of the telegraph equation ........ 150
**Anarova Sh.A., Ibrohimova Z.E.** To‘plamlar nazariyasi asosida fraktal o‘lchovni hisoblash ........ 153
**Xudoyberganov M.O‘., Narmamatov A.B., Alimova V.B.** Giperbolik xususiy hosilali tenglamalar ........ 155
**Бахшиллоев Ш.Б., Тошева М.М.** Моделирование конвективного теплообмена с учётом плотности среды ........ 156
**Сувонов О.О., Жўракулов Т.Т.** Талаба билим даражаси ўсиш динамикасини математик моделлаштириш ........ 158
**Маликов З.М., Мадалиев М.Э., Наврузов Д.П.** Численное исследование осесимметричной закрученной струи на основе двухжидкостной модели турбулентности .. 161
**Холматова И.И.** Табиий конлар харитасини компьютерга ўтказиш алгоритми ва дастурий таъминоти ........ 163
**Абидов К.З, Жумаев Ж.** Численное моделирование пульсирующего потока Двухфазных смесей в трубе ........ 166
**Jumayev J., Usmonova G.M.** Suv uchun temperaturaning turli qiymatlarida qovushoqlik koeffisienti qiymatlarini regressiya tenglamasi orqali aniqlash ........ 168
**Ахмедов Д.Д.** Моделирование процесса распространения аэрозольных и газовых примесей в сферической системе координат ........ 170
**Хужаев И.К., Ахмаджонов С.С.** Қувурдаги қаршилик квадратик қонунининг газ тезлигига боғлиқлиги ........ 173
**Хўжаев И.К., Ҳамдамов М.М.** Ўққа нисбатан симметрик турбулент оқимда метаннинг диффузион ёнишини $k-\varepsilon$ модели асосида сонли тадқиқ этиш ........ 176
**Худойберганов М.У.** Об устойчивости разностной схемы для нелинейного гиперболического систем уравнений ........ 179
**Худойберганов М.У., Каримова И.М., Каримов Д.** Разностная схема расщепления для решения распространения сейсмических волн ........ 181